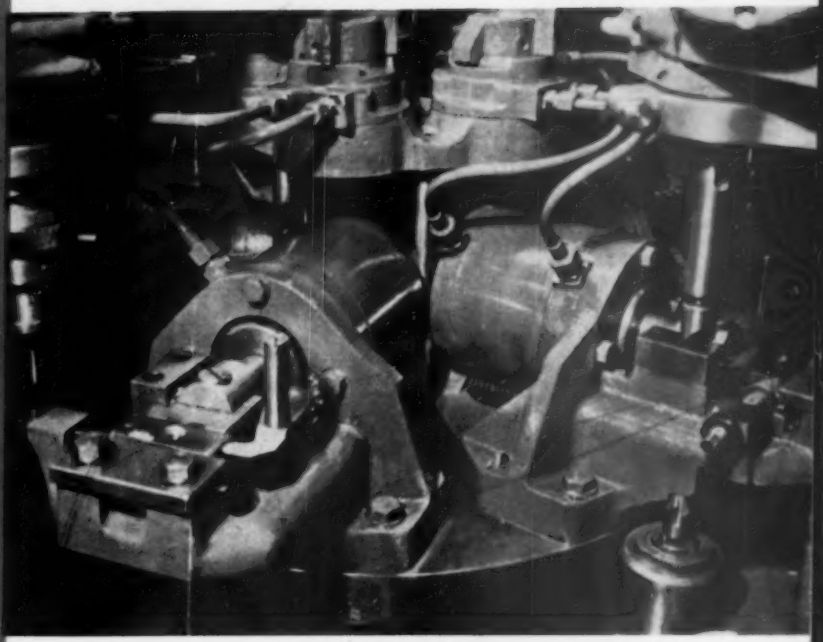
LA PRATIQUE DES INDUSTRIES MÉCANIQUES



DUNOD

REVUE MENSUELLE

TOME XXXIII ■ N° 11 ■ NOVEMBRE 1950 ■ 130 FRS

à machine moderne...

...mandrin moderne

"Sur machine à fileter puissante, sur tour à reproduire ou sur toute autre machine..."

LES 6 QUALITÉS ESSENTIELLES du MANDRIN PNEUMATIQUE "MEUDON"

Sont :

- RENDEMENT : Manœuvre et réglage rapides.
- SÉCURITÉ . Serrage irréversible.
- PRÉCISION : Serrage constant. Usinage parfait.
- SIMPLICITÉ : Ni pistons, ni tiroirs, ni biellettes.
- ROBUSTESSE : Tout acier traité.
- FACILITÉ DE MONTAGE.

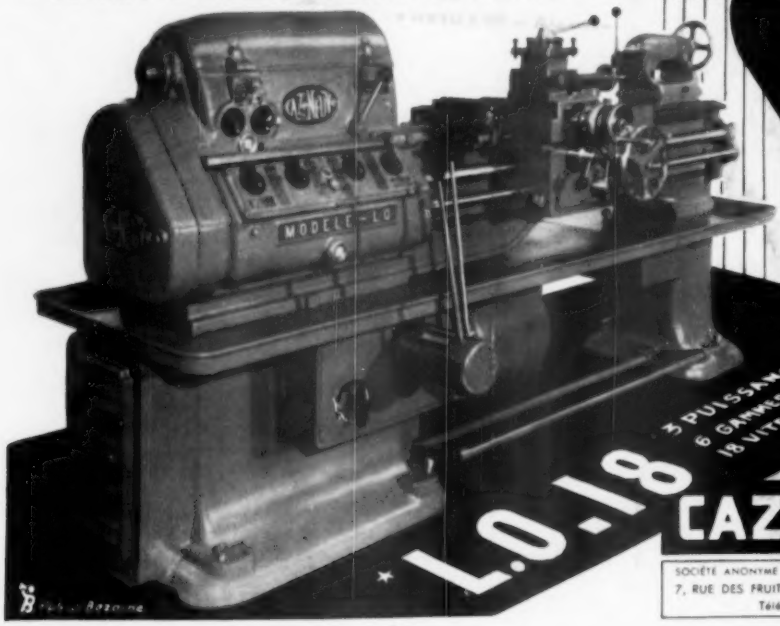
ORGA

FORGES & ATELIERS DE MEUDON

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 200.000.000 DE FRS
175 à 189, AV. DE VERDUN - MEUDON (S-&-O)
TÉLÉPHONE : OBS. 18-40 (3 LIGNES)

★ 18 ANS D'AMÉLIORATIONS CONTINUES D'UN MODÈLE

4000 Tours déjà en service



3 PUISSANCES
6 GAMMES DE
18 VITESSES

L.O.18

Tours CAZENEUVE

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 86.000.000 DE FRANCS
7, RUE DES FRUITIERS - LA PLAINE-SAINT-DENIS (Seine)
Téléphone : PLAINE - 19.70

MACHINES-OUTILS TCHÉCOSLOVAQUES

CES MACHINES SONT DISPONIBLES

AUX ÉTABLISSEMENTS :

DUFOUR, PÉRE, FILS & Cie

LEVALLOIS-PERRET (Seine) - 11, RUE NEUVE-DE-VILLIERS
RUE ASPIRANT DARGENT
TÉL. : PER. 18-33

COMPRESSEURS D'AIR
MOTO-COMPRESSEURS
VENTILATEURS - POMPES A VIDE
POMPE A AIR COMPRIMÉ " MARKSA "
POUR ÉPUISEMENT D'EAU EN GALERIES
RELÈVEMENT DES EAUX D'EXHAURE
MATÉRIEL POUR PEINTURE PNEUMATIQUE
MACHINES A DÉCAPER AU JET DE SABLE
POMPE "MARKSA"
ETABLISSEMENTS
LUCHAIRE
S.A.CAP. 160.384.000 frs - 180, Bd HAUSSMANN - PARIS VIIIème - TÉL.: WAGRAM 63-44

NOS ABONNÉS SE DOCUMENTENT ENTRE EUX

Sous cette rubrique QUESTIONS ET RÉPONSES, *nous publions les demandes de renseignements adressées par nos abonnés et les réponses à ces questions que d'autres abonnés seront en mesure de nous transmettre.*

Nous faisons appel à tous ceux de nos lecteurs susceptibles de répondre aux questions posées pour les prier de bien vouloir faire parvenir à la Rédaction de « LA PRATIQUE DES INDUSTRIES MÉCANIQUES », *92, rue Bonaparte, Paris (VIe), tous documents susceptibles de rendre service aux abonnés qui ont sollicité ces renseignements. Ils assureront la continuité de cette œuvre de mutualité industrielle que constitue notre rubrique* QUESTIONS ET RÉPONSES.

Les réponses de nos abonnés qui présenteraient un caractère d'intérêt plus général seront publiées sous la rubrique RECETTES PRATIQUES DE L'ATELIER.

QUESTIONS
de nos abonnés

N° 8078. — Pourrait-on nous indiquer l'adresse de la Société qui construit l'appareil de **mesure de dureté des métaux**, dit « Sclérographe » ?

L. D.

N° 8079. — Pourrait-on nous indiquer où nous pourrions obtenir des renseignements ou une documentation, concernant l'appareil suédois, pour la **commande avec les deux mains, de presses**, dont il est question à la page 207 de « La Pratique des Industries Mécaniques » du mois de juin 1950 ?

N° 8080. — Je désire construire un **four à tremper**, dont les dimensions soient les suivantes : Longueur : 250 mm, largeur : 200 mm, hauteur : 200 mm ; marchant au gaz propane, avec insufflation d'air ; pourrait-on m'indiquer comment je devrais construire celui-ci : nombre de brûleurs, disposition de ceux-ci, etc... ?

La température maximum à atteindre serait de 1000° C maximum.

R. C.

N° 8081. — Nous avons relevé dans le numéro de Juin 1950 de « La Technique Moderne », (page XXIV), l'analyse d'un article paru dans la presse américaine, sur le soudage de l'acier inoxydable.

Pourrait-on nous indiquer quelle est la Firme américaine qui a mis au point le **procédé « Aircomatic »**, dont il est question ?

V.

N° 8082. — Pourrait-on m'indiquer où il est possible de trouver une documentation concernant les systèmes **d'antipompage mécanique** adaptables à des moteurs électriques de puissance variant entre 10 à 100 watts ?

Un système à disque semblerait plus avantageux et moins onéreux de construction que les différents systèmes à pistons.

Je serais très désireux de connaître une Société construisant ce matériel.

R. T.

N° 8083. — Nous avons relevé, dans le numéro de Juillet » (page 244) une courte notice relative à la **Preynatisation.** Il nous intéresserait d'avoir de plus amples

(suite page VI)

MATÉRIEL HYDRAULIQUE
KEELAVITE
POMPES moyennes et grandes puissances, type KEELAVITE.
POMPES petites puissances, type à engrenages, de précision, à haut rendement volumétrique.
VALVES de distribution pour toutes applications.
DISPOSITIFS de commande à distance.
Installations complètes
POUR TOUS VOS PROBLÈMES DE COMMANDE CONSULTEZ LA
SOCIÉTÉ D'APPLICATIONS HYDRAULIQUES & ÉLECTRIQUES
4 RUE JEAN-JAURÈS à PUTEAUX SEINE TEL. LON 19-75

DRT 16

TÉLÉMÉCANIQUE ÉLECTRIQUE

MARCHE

DISJONCTEUR DRT 16

ARRÊT

COFFRET
DISJONCTEUR
A CONTACTEUR

POUR MOTEURS ASYNCHRONES
JUSQU'A 5,5 CH (220 V) ET 7,5 CH (380 V)

Protection totale :

- Contre le manque de tension
- Contre toutes surcharges, par 3 relais thermiques amovibles et interchangeables
- Contre les contacts accidentels, par borne de mise à la terre

Commande

- locale, par boutons poussoirs sur le coffret
- A distance
- Ou automatique

LA TÉLÉMÉCANIQUE ÉLECTRIQUE NANTERRE FRANCE

UN EXEMPLE ENTRE MILLE

en 1 minute

cette pièce est terminée...

AVEC

OP 320

LE TOUR D'OPÉRATION A COPIER

8 à 20 cv. - Vitesses : de 50 à 3.600 tm. - Diamètre admis : 345 mm.
Banc droit incliné - Entrepointes : 0m40, 0m70, 1m.

USINAGE RAPIDE PAR COPIAGE POUR PETITES, MOYENNES OU GRANDES SÉRIES

Maniabilité, Rigidité, Puissance, Simplicité dans les réglages.

H. ERNAULT-BATIGNOLLES

LA MARQUE DU PROGRÈS

TEMPS D'USINAGE DIMINUÉ
RENDEMENT AUGMENTÉ
PRIX DE REVIENT ABAISSÉ

PUBLICITÉ S.O.P.

H. ERNAULT-BATIGNOLLES

C.G.C.L. DÉPARTEMENT MACHINES-OUTILS

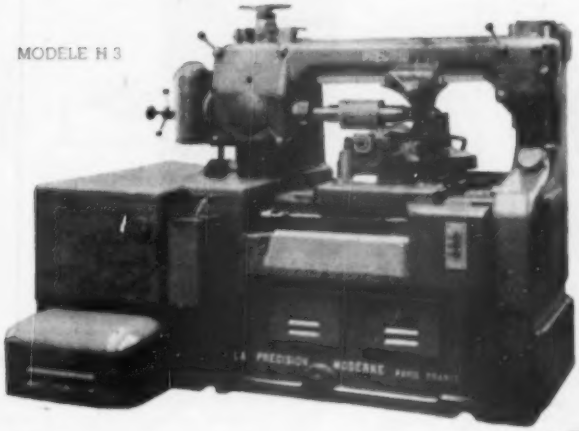
169, RUE D'ALÉSIA, PARIS (14e) — TÉLÉPHONE : LECOURBE + 61-50

USINES : PARIS, CHOLET, NANTES — EXPOSITION A NOTRE USINE DE PARIS

MACHINES A TAILLER PRECIMO

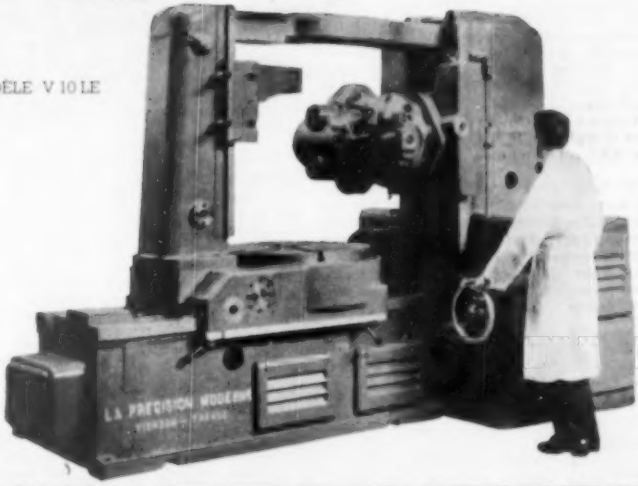
MACHINES A GRAND RENDEMENT POUR TAILLAGE PAR FRAISE-MÈRE DES ENGRENAGES DROITS, HÉLICOIDAUX, ARBRES CANNELÉS ET ROUES A VIS SANS FIN — TYPES HORIZONTAUX ET VERTICAUX

MODÈLE H 3



TYPES	MODULE MAXI.	DIAMÈTRE MAXI	LONGUEUR DE TAILLAGE
Modèle horizontal H 3	5	200	360
Modèle horizontal H 5	8	350	480
Modèle vertical V 10	16	1.500	510

MODÈLE V 10 LE

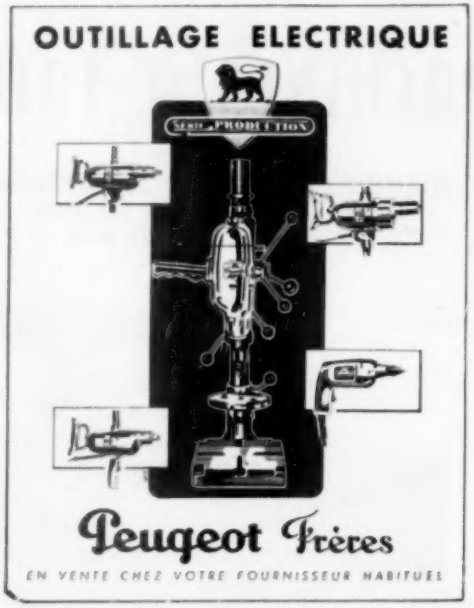


COMMANDE DES AVANCES
PAR
VARIATEUR ELECTRONIQUE

∴

COMMANDE DES VITESSES
DE BROCHE
PAR VARIATEUR MECANIQUE

LA PRECISION MODERNE 162, Rue St-Charles
PARIS - VAU. 62-72



Questions de nos abonnés *(suite)*

renseignements sur ce procédé, en particulier le traitement recommandé pour les armes, cycles et accessoires, appareils d'optique, appareillage et matériel électrique, ressorts, visserie.

Ce procédé fait-il l'objet d'un brevet quelconque ?

Existe-t-il certaines formules permettant d'appliquer le traitement à coup sûr, sur différents métaux ? M. C.

N° 8084. — Pourrait-on nous indiquer où nous pourrions nous procurer une documentation détaillée sur les **emboutissages comparés de tôle** d'acier, d'une part par la voie ordinaire, d'autre part avec traitement de phosphatation permettant une réduction considérable du nombre des passes ?

N° 8085. — Pourrait-on nous indiquer l'adresse de l'Editeur de l'ouvrage de Frey et Kogut : **Métal Forming by flexible Tools** », édité à New-York ? L. D.

N° 8086. — Pourrait-on nous indiquer l'adresse de la Maison suisse fabriquant les « **Régleuses portatives** à mouvement hydraulique, marque « Friro » ?

Existe-t-il en France un représentant de cette marque ? D. F.

N° 8087. — Je désirerais réformer une **équilibreuse dynamique.**

Comment peut-on obtenir un point lumineux aussi petit que possible sur un verre opaque à une distance focale de 2000 mm, avec une intensité maximum pour une lampe déterminée ?

Même problème pour une distance focale de 250 mm. R. P., Espagne

N° 8088. — Quelle est l'adresse de la Firme Radiovisor Parent Ltd, constructeur du **dispositif de sécurité** décrit à la page 276 de « La Pratique des Industries Mécaniques » du mois d'Août 1950 ? S. A.

N° 8089. — Pour façonner au tour les **arbres manivelle** du moteur Diesel, nous les faisons entre-pointes, mais par suite de la pression exercée par le serrement du point, il n'est pas possible de construire concentriques, l'un avec l'autre, le tourillon avec son axe (cela saute).

Je désirerais savoir comment il serait possible de façonner au tour pour éliminer ce défaut et avoir un système plus pratique et plus précis ? B. C., Espagne.

N° 8090. — Pourrait-on me faire parvenir un schéma détaillé du système permettant de supprimer le jeu au banc, en fraisant « en avalant », de la **fraiseuse « Victoria »**, décrite dans le numéro de janvier 1950 de « La Pratique des Industries Mécaniques » ? B. C., Espagne.

N° 8091. — Dans le numéro de Septembre 1950 de « La Pratique des Industries Mécaniques », nous remarquons un article traitant de « L'utilisation des postes de soudure par arc sur secteur triphasé », par M. Maurice Leblanc.

Ce problème se pose à nous d'une façon aiguë. Pourrait-on nous indiquer quelles seraient les entreprises auxquelles nous pourrions nous adresser pour la réalisation pratique de l'équilibrage d'un poste de soudure ? E. D.

N° 8092. — Je suis intéressé par l'installation d'une usine pour la **fabrication du gaz carbonique**, ainsi que la mise en bonbonnes d'acier. Je voudrais avoir une documentation technique complète à propos de la fabrication de ce gaz d'une façon industrielle, m'indiquant les différents procédés de production, ainsi que d'épuration, de séchage, de compression et mise en bonbonnes d'acier.

Pourrait-on me fournir cette documentation pour une production horaire de 30 kg ? F. Z.

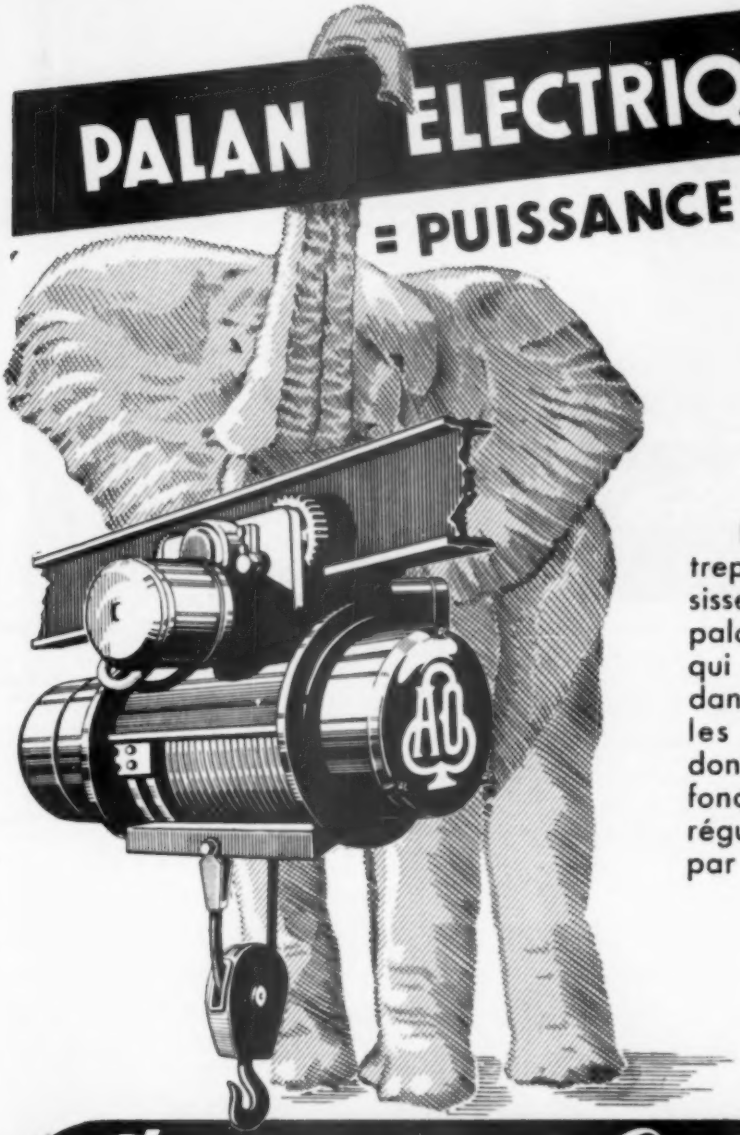
N° 8093. — Pourrait-on nous indiquer l'adresse d'un fabricant susceptible de fournir des **cylindres filtrants** de diamètres différents (120-170-210 mm) et de hauteur semblable (300 mm) ? Ces cylindres étant constitués par une armature si possible inoxydable ou étamée et rigide, laissant le maximum de section de passage au liquide à filtrer; la filtration graduelle étant obtenue par des toiles métalliques laiton d'un nombre de mailles différent sur chacun des filtres.

Les dits cylindres devraient être de présentation convenable. E. A.

(suite page VIII)

PALAN ÉLECTRIQUE A.O.

= PUISSANCE + SÉCURITÉ



L'industriel et l'entrepreneur avisés choisissent sans hésiter le palan électrique A.O. qui a fait ses preuves dans les applications les plus diverses, et dont la puissance et le fonctionnement sûr et régulier sont garantis par la marque:

AO

Ateliers d'Orléans

DE LA COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ

S. A. AU CAPITAL DE 3 MILLIARDS DE FRANCS

Rue d'Ambert — ORLÉANS — Tél. Orléans 31-81

Pour l'arrosage de l'outil au travail
la LUBRICOUPE
Pompe moderne de haut rendement, bien adaptée à la technique nouvelle de la lubrification, la LUBRICOUPE :
s'adapte sur : tours modernes, fraiseuses et toutes autres machines à outils de coupe
est auto-amorçante, de faible encombrement, absolument étanche ;
permet un débit réglable jusqu'à 25 litres minute ;
Moteur ventilé.
C'est une création de la Société Nouvelle des Ets WAUQUIER qui vous proposera, sur simple demande, une solution rationnelle à tous vos problèmes de POMPAGE et de Manutention hydraulique.
POMPES
Ad Wauquier LILLE
"Promoteur de la Pompe Centrifuge"
DIRECTION ET USINES
69, RUE DE WAZEMMES
TÉL. LILLE 57-14 & 64-15
SIÈGE SOCIAL 14 AV. DE MESSINE PARIS TÉL. LAB 05-80

L'INDICATEUR
TRANSYN
transmet à distance
avec une très grande précision la position d'organes intérieurs ou extérieurs, même exposés aux intempéries.
Le cadran du récepteur peut être rond ou carré.
Notice N° 531 sur demande
SADIR CARPENTIER
101, Bd MURAT - PARIS-XVIe
Société Anonyme au capital de 500.000.000 de francs

RÉPONSES de nos abonnés!

N° 8070. — L'article publié dans le numéro de janvier de « La Pratique des Industries Mécaniques », sous le titre « **Le Honing liquide** » est une analyse d'un article paru dans la revue russe Stanki i Instrumenty », (N° 1 de 1940), rédigé en langue russe.

La Société Metal Surface (4, quai de Javel, Paris-15e) exécute des travaux à façon par le procédé Vapor-Blast « Liquid Honing ».

La Société Française Eppler Vapor-Blast a la licence de fabrication pour l'Europe des appareils américains Vapor-Blast.

M. B.

N° 8071. — Nous ne connaissons pas de firmes fabriquant en série les divers **dispositifs automatiques** dont vous faites mention ; mais, par contre, nous pouvons vous indiquer un bureau d'études français qui est spécialisé dans l'étude de ces dispositifs et qui d'ailleurs, travaille généralement en parallèle avec un très important constructeur de machines.

Voici l'adresse de ce bureau d'études : S.e.c.m.a.i., 12, rue du Havre, Paris (9e)

M. B.

N° 8072. — Vous pourriez sans doute obtenir une documentation technique existant actuellement sur la fabrication et la réparation des **compteurs kilométriques** pour voitures et camions en vous adressant aux sociétés suivantes :

S.I.A., 5, avenue Friedland, Paris-8e.
C.E.T.A.C., 42, avenue Friedland, Paris-8e.

M. B.

N° 8073. — Pour tous renseignements concernant la fabrication des **timbres en caoutchouc**, vous pourriez vous adresser à la Chambre Syndicale des Industries de la Gravure et du Timbre, 201, boulevard Saint-Germain, Paris-7e, et au sujet de la gravure sur métaux, à la Chambre Syndicale des Graveurs, 163, rue Saint-Honoré, Paris-1er.

G. L.

ENGRENAGES - MÉCANIQUE de PRÉCISION
Roues et vis sans fin - Pignons droits et coniques
Crémaillères
R. BELOT
S. A. R. L. Capital 2.000.000
55, Rue de Saintonge - PARIS - ARC 51-73
MINUTERIES - RETARDATEURS
Mouvements d'horlogerie - Petits réducteurs - Prototypes
Demandez nos feuilles techniques d'engrenages standard

RÉDUCTEURS
A VIS SANS FIN
A VIS EN DESSUS
A VIS EN DESSOUS
A ARBRE LENT VERTICAL
COMBINÉS A GRANDS RAPPORTS
MANCHONS ÉLASTIQUES ET RIGIDES
RÉDUCTEURS A ENGRENAGES A DENTURE HÉLICOIDALE
ATELIERS DE CONSTRUCTION MÉCANIQUE
H. BOUR
80, R. de Strasbourg - NOGENT-S.-MARNE (Seine)
TÉL. : TRémblay 07-38

TOUR
AUTOMATIQUE
2 BM
exemples de fabrications
usinage 30"
acier au soufre
usinage 40"
laiton usinage 30"
laiton usinage 12"2
acier doux
usinage 52"
duralumin
usinage 17"
acier doux etiré
usinage 30"
Echelle 1/1
SOCIÉTÉ
NOUVELLE
CUTTAT
57 rue de VILLIERS
NEUILLY sur SEINE
Tel SABLONS 84-86

SOCIETE DES FORGES ET ATELIERS DU CREUSOT

Société Anonyme au Capital de 7.195.000.000 de Francs

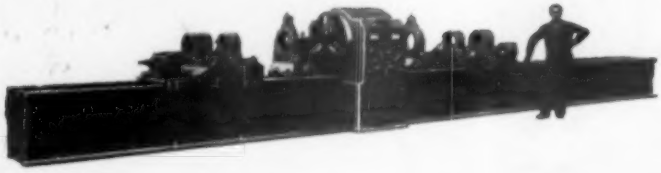
Siège Social et Direction Générale : 15, Rue Pasquier - PARIS (8e)

Téléphone ANJou 34-40 — USINES — Télégr. : Forgeac - PARIS

SCHNEIDER

Foreuse double de 250 mm

Diam. max. de forage : 110 mm
Diam. max. d'aléesage : 120 mm
Nb de vitesses de rotation : 4
Moteur de commande de la rotation : 80 ch.



SPÉCIALITÉ de MACHINES-OUTILS à GRANDE PUISSANCE

■

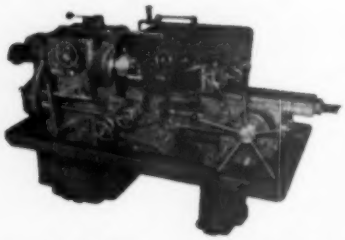
MACHINES A SCIER AFFUTEUSES

■

AFMO ASSOCIATION FRANÇAISE DE CONSTRUCTEURS DE MACHINES-OUTILS
63, Rue La Boétie — PARIS — Téléph. : ÉLY. 30-41

NOËL ERNAULT

USINES A LISIEUX ET ANGOULÊME



TOURS SEMI-AUTOMATIQUES

A TOURELLE REVOLVER TYPE N° 5

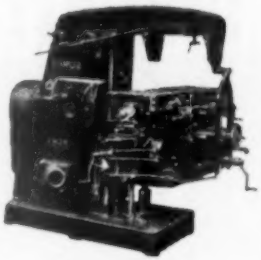
Service Commercial de Vente :

ASSOCIATION FRANÇAISE DE CONSTRUCTEURS DE MACHINES-OUTILS
AFMO
63, Rue La Boétie, PARIS (8e) - Tél. ÉLY. 30-40

SOMUA

170, Boulevard Victor-Hugo - St-Ouen

TOURS - FRAISEUSES



FRAISEUSES FH 3B

Service Commercial de Vente :

ASSOCIATION FRANÇAISE DE CONSTRUCTEURS DE MACHINES-OUTILS
AFMO
63, Rue La Boétie, PARIS (8e) - Tél. ÉLY. 30-40

absolue, même aux plus grandes vitesses de rotation.

• souplesse et régularité de la lèvre en caoutchouc synthétique spécial, serrée par un ressort noyé dans la masse de gomme.

ÉTANCHÉITÉ renforcée sur l'extérieur du joint, par un revêtement en caoutchouc synthétique, de l'armature métallique périphérique.

Grâce :

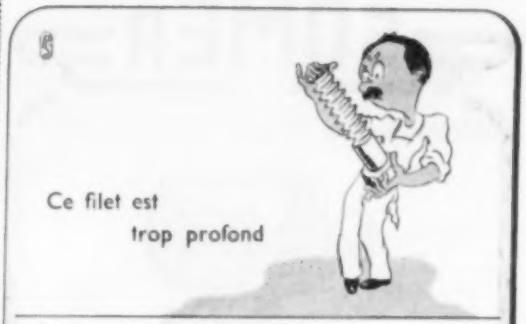
AUX JOINTS D'ÉTANCHÉITÉ PAULSTRA EN CAOUTCHOUC SYNTHÉTIQUE

VENTE EXCLUSIVE EN FRANCE

COGÉVÉ

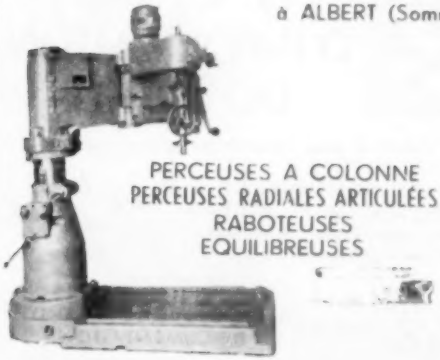
9, rue Hamelin, Paris 16e - KLÉ. 19-70

BELGIQUE & BENELUX MÉCAFLEX 21, r. du Grand Hospice BRUXELLES



Ets LINE JOST

à ALBERT (Somme)



PERCEUSES A COLONNE
PERCEUSES RADIALES ARTICULÉES
RABOTEUSES
EQUILIBREUSES

Service Commercial de Vente

ASSOCIATION FRANÇAISE DE CONSTRUCTEURS DE MACHINES-OUTILS

AFMO

63, Rue La Boétie . PARIS (8e) - Tél. ÉLY 30-40

LE BOULON CALIBRÉ

DERVAUX

A UN FILET STRICTEMENT A LA COTE
IL EST D'UNE RIGOUREUSE PRÉCISION

EXIGEZ-LE DE VOTRE FOURNISSEUR

AU SIÈCLE DE LA QUALITÉ, IL FAUT UN BOULON DE QUALITÉ

SOMER

LYON

Société Mécanique et Électrique du Rhône

25 et 31, quai Perrache - LYON - Tél. Franklin 45-88 / Gailleton 91-87

Constructeur spécialiste du moteur électrique industriel de faible puissance

MOTEURS ÉLECTRIQUES

NIVEAU d'ATELIER HUET

DE HAUTE PRÉCISION

Permet de mesurer avec une précision angulaire de 1/100.000e des pentes de ± 10 millièmes par rapport au plan horizontal.

Au moyen d'un tambour micrométrique de lecture et grâce à un système optique à prismes, on amène les demi-images décalées des extrémités de la bulle d'une fiole de niveau à former un demi cercle continu.

RÈGLE OPTIQUE

Pour le contrôle ultra-précis de la planéité des marbres, glissières, bâtis de machines-outils, etc...

Notices détaillées sur demande — Tél. BOTzaris 87-02

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'OPTIQUE
76, Boulevard de la Villette, PARIS (XIXe)

SERVICE COMMERCIAL COMPTOIR COMMERCIAL D'USINES
SOCIÉTÉ DES FABRICATIONS UNICUM 35, RUE DE LA BIENFAISANCE, PARIS (8e) & LAB. (5, 64 & 5 lig.) Usines à ST-ÉTIENNE (Loire)

Sur toutes applications industrielles du nickel et de ses alliages

LE CENTRE D'INFORMATION DU NICKEL

s'offre à vous documenter gracieusement

LES INGÉNIEURS DE SON SERVICE TECHNIQUE vous apporteront le concours de leur expérience approfondie *à titre gracieux*

à titre gracieux LES PUBLICATIONS DE SON SERVICE DE DOCUMENTATION mettront entre vos mains une information technique mondiale

N'HÉSITEZ PAS A CONSULTER EN TOUTE OCCASION

LE CENTRE D'INFORMATION DU NICKEL

41, Av. de Friedland, Paris (8e) - ÉLY. 68-11 et 12

Pour ACCROITRE la PRÉCISION de vos MACHINES
SUPPRIMEZ les VIBRATIONS avec...

Feutrefix

Le seul procédé rationnel de fondation élastique

POSE PAR SIMPLE COLLAGE
— sans détérioration du sol

ABSORBE 60 à 80 % des Vibrations

T. CH. LAMBERT PARIS

Demandez la Notice Documentaire Gratuite

DISTRIBUTEUR EXCLUSIF
La Maison du Feutre
194 bis, RUE DE RIVOLI, PARIS (8e) — OPE 60-42 (Sauf Lundi)
SPÉCIALISTE DU FEUTRE INDUSTRIEL DÉCOUPÉ

Construits pour durer!

MOTEURS
TRIPHASÉS
BIPHASÉS
MONOPHASÉS
CONTINUS
NORMAUX
AUTO-DÉMARREURS
SPÉCIAUX

ALTERNATEURS
GÉNÉRATRICES
RÉDUCTEURS
DE VITESSE
VENTILATEURS

ELECTRO POMPES

MOTEURS POUR APPAREILS DE LEVAGE

CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES
PATAY
57 RUE AUDIBERT ET LAVIROTTE LYON
TÉL. PARM. 35-67 (4 lignes)
SUCCURSALES à PARIS ET MARSEILLE

MACHINE UNIVERSELLE A AFFUTER DE PRÉCISION "LAT"

POUR :
- PETITES FRAISES,
- TARAUDS
- ALÉSOIRS,
- SCIES CIRCULAIRES,

ETC...

UN OUTIL AFFUTÉ SOUVENT COUPE MIEUX ET DURE PLUS LONGTEMPS

OUTILLAGE SPECIAL LAT
20 bis, Rue de l'Hotel-de-Ville
NEUILLY-SUR-SEINE - MAI 71-92
SERVICE MACHINES

une transmission à service maximum
"VÉCO"
Courroie trapézoïdale industrielle française
— suppression de l'usure des paliers et de la fatigue des machines
— sécurité des ouvriers
— rendement de la transmission
— rapidité de livraison.
Demandez nos nouvelles tables de calculs tout faits.
Autres fabrications
Courroies plates agrafées ROKO, BALATA ...
Courroies plates sans fin VIX et VIXOR.
COLMANT & CUVELIER
Rue Greuze — LILLE
R. L. Dupuy

BIBLIOGRAPHIE

Les ressorts. Etude complète et méthode rapide de calcul, par Camille Reynal, Ingénieur A. et M., Membre de la Société des Ingénieurs Civils de France. 5e édition. Brochure de 274 pages 14×22, avec 66 fig. Prix : 550 francs. Dunod éditeur.

La cinquième édition actuelle, reprenant l'ensemble, présente ces études beaucoup plus approfondies et parfaitement mises à jour. Elle y ajoute enfin, parmi de nombreuses considérations nouvelles, d'autres analyses inédites dont certaines concernent des applications spéciales des ressorts, mais toutes cependant fréquentes et importantes dans toutes les branches de l'activité actuelle.

Applications de l'Electrochimie, par W.-A. Koehler, Professeur de chimie et de céramique, West Virginia University. Traduit par J. Bernod, Ingénieur Electrochimiste I.C.M.G. Préface de M. Dodero, Sous-Directeur de l'Ecole Nationale Supérieure d'Electrochimie et l'Electrometallurgie de Grenoble. 1 volume de 644 pages 16×25, avec 250 figures. 1950. Prix : 2.900 francs. Dunod, éditeur.

Dans cet ouvrage, M. W.-A. Koehler résume tout d'abord les lois et les théories de l'électrolyse. Il se borne aux connaissances directement utilisables par l'ingénieur, mais remontant toujours à l'analyse très exacte des phénomènes fondamentaux, il donne à son exposé une haute valeur pédagogique.

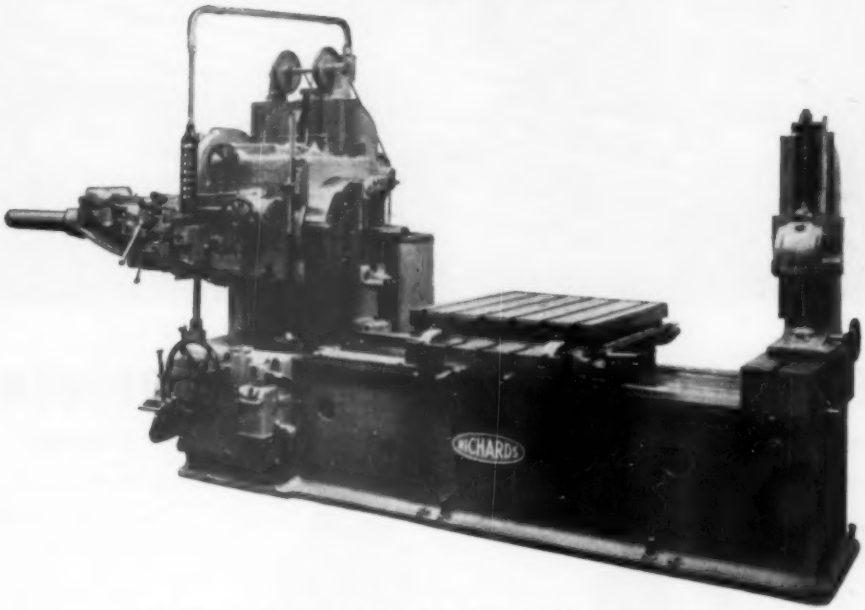
Puis il aborde la technique industrielle par l'étude des piles et des accumulateurs, et l'intérêt du lecteur s'accroît à la description de certains types peu connus chez nous.

Enfin, J.-A. Koehler expose les procédés de fabrications électrochimiques et électrométallurgiques de la grosse industrie américaine dans un ensemble de chapitres importants.

On peut y admirer l'aisance avec laquelle il surmonte la difficulté de la description technologique d'appareils compliqués. Il traite son sujet en quelques lignes. A l'aide de schémas simples il dissèque les cellules d'électrolyse en leurs éléments principaux, donnant à chaque partie, chaque orifice, chaque canalisation, la raison de son rôle, de sa forme, de sa dimension. Il dévoile ainsi dans ses détails les secrets d'une industrie ignorée du grand public, et contribue à la rendre plus classique.

DIACARB
LE CARBURE DE TUNGSTÈNE DANS TOUTES SES APPLICATIONS
DIACARB S1
PLAQUETTES ET OUTILS DE TOUR
FILIÈRES • CANONS DE PERÇAGE • BUSES DE SABLAGE
MEULES DIAMANT • MATÉRIEL DE FORAGE ET DE CARRIÈRE
10 NUANCES
MT
G. 1
H. 1
H. 2
G. 2
G. 3
S. 1
S. 2
S. 3
F. 1
SFAD
Adr. tél.: DIACARB PARIS
R.C. SEINE 282.029 B
125, RUE DE LA FAISANDERIE - PARIS
Tél.: TRO. 08-42 à 44 (Lignes groupées)
D
POUR TOUS PROBLÈMES D'USINAGE DÉMONSTRATEUR SUR DEMANDE

LES NOUVELLES
ALÉSEUSES UNIVERSELLES
"RICHARDS"
TYPE "HYDRABORE".
BREVETÉ A GRANDE VITESSE



Modèle n° 2 à broche coulissante et chariot à surfacer automatique

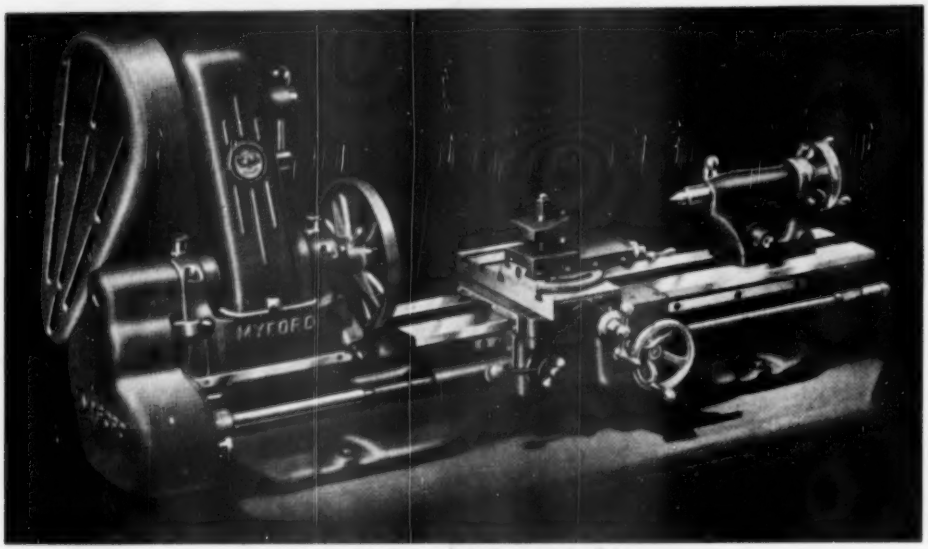
- Machine munie du palier breveté « **HYDRAUTO** » pour la broche, qui assure une lubrification parfaite à toutes les vitesses et une rigidité absolue dans toutes les conditions de travail.
- Broche montée sur roulements à galets coniques.
- Contrôle électrique par boutons poussoirs sur flexible suspendu.
- Chariot, type breveté, à glissières prismatiques.
- Commande principale positive à entraînement par chaîne.
- Equerrage de la table pivotante par mécanisme breveté.

ASSOCIATION DE CONSTRUCTEURS BRITANNIQUES DE MACHINES-OUTILS

TÉLÉPHONE NORD 03 87, 14 15, 54 87 — ASSOCIATED BRITISH MACHINE TOOL MAKERS LTD — 169, Quai de Valmy — PARIS (10e) — Télégr. : CAPSTAN-PARIS R.C. Seine 182 050

MYFORD

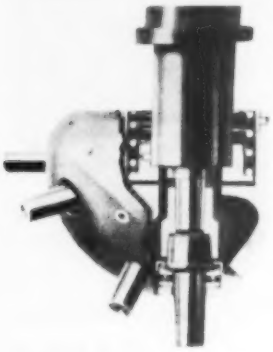
UN TOUR DE PRIX IMBATTABLE



Modèle ML 7 de 90 de hauteur de Pointe

TOURELLE AUTO-ALIGNEUSE

POUR PERCEUSES



Six arbres automatiquement centrés et alignés
aucun engrenage ni dent
Six opérations de perçage différentes
(perçage, alésage, contre-alésage, etc)

TARAUDEUSE TORQOMATIC

4 Modèles

Adaptables sur toutes perceuses

Plus grande précision

Simplification du taraudage ou filetage

Corps très robuste en magnésium traité à chaud

Poids réduit

Commande par engrenages hélicoïdaux

Sabots extensibles d'entraînement par friction

Aucun excentrage, ni vibration

Interchangeabilité des pièces

Entretien nul

Ultra sensible, permettant le taraudage de tous aciers, métaux non ferreux, matières plastiques

DOLIMPORT, Représentant exclusif

81, Rue Saint-Lazare PARIS (9e)
TRI 39-33 et 34

TOME XXXIII N° 11 NOVEMBRE 1950

LA PRATIQUE DES INDUSTRIES MECANIQUES

REVUE PRATIQUE DE L'INDUSTRIEL, DU DIRECTEUR D'USINE ET DE L'INGENIEUR

Créée en 1913

RÉDACTEUR EN CHEF: GEORGES LÉVY ✻ ✠, Ingénieur des Arts et Manufactures

COMITÉ DE RÉDACTION

J. BERGÈRE, Ingénieur des Arts et Manufactures ; Chef de la section des études des engrenages à la Société Hispano-Suiza.

A. BUISSON, O. ✻ Directeur g^al de l'Enseignement Technique.

R. CAZAUD, Ingénieur C. N. A. M. ; Docteur de l'Université de Paris.

P. DUBOIS, Docteur ès-sciences chargé de cours à l'Institut de Chimie de Caen ; Directeur du Centre d'Etude des Matières plastiques.

DUMAS, Ingénieur des Arts et Manufactures ; Directeur g^al de l'Aluminium Français.

F. EUGÈNE, Ingénieur Principal des Fabrications d'Armement ; Chef de la Section de Mécanique Industrielle au Laboratoire Central de l'Armement.

FIEUX, O. ✻ Ingénieur des Arts et Métiers ; Ancien Président de la Société des Ingénieurs des Arts et Métiers ; Ancien Président des Ingénieurs Civils de France.

A. FOUILLE, Ingénieur I. E. G. ; Licencié ès-sciences ; Professeur d'électrotechnique dans les Ecoles Nationales d'Arts et Métiers.

A. KAMMERER, Ingénieur des Arts et Manufactures ; Docteur ès-sciences ; Ingénieur aux Laboratoires de Mécanique de la S. N. C. F.

M. EDOUARD-LAMBERT, O. ✻ Président du Syndicat Général des Industries Mécaniques et Transformatrices des Métaux.

LE BRETON, Ingénieur des Arts et Métiers ; Ancien Chef de Service d'Outillage ; Professeur technique des Ecoles d'Arts et Métiers.

G. LEHMANN, ✻ Ingénieur des Arts et Manufactures ; Professeur à l'Ecole Supérieure d'Electricité ; Maître de Conférences à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures.

LEROY, Ingénieur E. P. C. I. ; Directeur de l'Office central de la Soudure et Institut de Soudure.

A. LE THOMAS, O ✻ Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique ; Ancien Ingénieur du Génie Maritime ; Directeur général du Centre Technique des Industries de la Fonderie.

A. R. METRAL, O. ✻ Professeur de Mécanique au Conservatoire National des Arts et Métiers et à l'Ecole Nat. Sup. de l'Armement ; Anc. Président de la Société Française des Mécaniciens.

P. MORISSET, Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique ; Directeur du Centre d'Information du Chrome Dur.

P. NASLIN, Ingénieur Militaire de l'Armement.

P. NICOLAU, O. ✻ Ingénieur Général de 1re Classe des Fabrications d'Armement ; anc. Dir^r du Laboratoire Central et des Ecoles de l'Armement ; Directeur de l'Institut Supérieur des Matériaux et de la Construction Mécanique.

J. PETRI, Ingénieur des Arts et Manufactures ; Ingénieur à la Cie Electro-Mécanique ; Professeur au Centre d'Etudes de l'usinage et de la transformation des Métaux.

A. PLU, Ingénieur des Arts et Métiers ; Ingénieur en Chef à la S. N. C. F.

V. POMPER, Ingénieur E. P. V. ; Ingénieur-Conseil en machines-outils.

A. SOURDILLON, ✻ Ingénieur des Arts et Manufactures ; Maître de Conférences de Métallurgie et de Traitements Thermiques à l'Ecole Centrale.

PARAISSANT LE 10 DE CHAQUE MOIS

PRIX DU NUMÉRO : 130 frs

ABONNEMENTS

	6 mois	1 an
FRANCE	700	1380 Frs
ÉTRANGER		1700 Frs.

EDITEUR

DUNOD

92, rue Bonaparte Paris (6e)

TÉLÉPHONE

RÉDACTION : DANTON 05-03
ADMINISTR. : DANTON 09-35
CHÈQUES POSTAUX : PARIS 75-48

Chaque demande de changement d'adresse doit être accompagnée de 15 francs en timbres poste

EMILE DULAC
JETS
PLEINS ET
CREUX
DE
CENTRIFUGATION
BAGUES
DOUILLES
ENGRENAGES
COURONNES
en BRONZE
SENPOF
SOCIÉTÉ D'EXPLOITATION DES NOUVEAUX PROCÉDÉS ET OUTILLAGES DE FONDERIE
50, AVENUE CARNOT, MASSY (S.-&-O.) — Tel. : 400 Palaiseau

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE GÉNÉRALE DE MÉCANIQUE APPLIQUÉE
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 200.000.000 DE FRANCS
S.I.G.M.A.
EMBRAYAGES
à
DISQUES MULTIPLES
et verrouillage par couronne de billes
POUR
MACHINES-OUTILS
et toutes
APPLICATIONS
DOCUMENTATION SUR DEMANDE
61, Avenue Franklin D. Roosevelt - PARIS VIIIe
Tél BALzac 50-17 et 48-92
Usines à Vaucluseux et Villeurbanne (Rhône)

HOUGHTON
RUSTVETO
ROUILLE
Protégez votre matériel, vos pièces usinées avec les enduits amovibles
RUST VETO
SOCIÉTÉ DES PRODUITS
HOUGHTON
7, Rue Ampère
PUTEAUX (SEINE)

LA PRATIQUE DES INDUSTRIES MECANIQUES

T. XXXIII. NOVEMBRE 1950

SOMMAIRE

Les alliages anti-friction (suite et à suivre), par R. Cazaud, Ingénieur du Conservatoire national des Arts et Métiers, Docteur de l'Université de Paris (p. 343).

Applications du durcissement superficiel par soudage (p. 350).

Les outils au carbure de tungstène et leurs applications en décolletage (suite et fin), par R. Clausse, Ingénieur des Arts et Métiers (p. 351).

Le recuit par induction dans l'emboutissage (p. 357).

La pratique de la superfinition (p. 358).

Un poinçon pour petits diamètres (p. 360).

Electricité et électronique : Le brassage par induction dans les fours sidérurgiques électriques (p. 361). — Contrôle automatique des électrodes dans les fours à arc (p. 361). — Moteurs Constan (p. 362).

Travail par déformation : Matrice progressive à double usage (p. 363).

Soudage et oxycoupage : Utilisation de blocs de carbone pour la localisation des soudures (p. 364). — Quelques moyens pour réduire le prix du soudage à l'arc (p. 365).

Les machines qu'il faut connaître : Nouveaux appareils à contrôler les engrenages Maag (p. 367). — Fraiseuse de reprise Crouzet (p. 369). — Fraiseuse de production Milwaukee (p. 369). — Améliorations réalisées sur les machines à scier Do-All (p. 370). — Commande mécanique des machines à plier Bombled (p. 371). — Une nouvelle perceuse de bielles Duplex (p. 371).

Recettes pratiques de l'atelier : Montage à serrage excentrique pour pièces de forme cylindrique (p. 372). — Montage magnétique d'outils (p. 372).

La photographie de la couverture représente les machines à percer, chanfreiner et tarauder les masses polaires de la Société Parisienne de Machines-Outils (Détails des étaux pneumatiques, des têtes de chanfreinage et de la tarauderuse).

Tous droits de reproduction, même partielle ou sous forme condensée, réservés

Les alliages anti-friction

(suite et à suivre)

Dans toutes les branches de la construction mécanique se posent des problèmes de frottement divers, parfois très complexes. L'augmentation constante de la puissance des machines modernes va de pair avec une diminution des dimensions des pièces pour des raisons d'encombrement et d'allègement. Ces exigences imposent des alliages dont les propriétés doivent être bien étudiées pour résister à des vitesses et des efforts élevés, quelquefois avec des chocs importants, des conditions de graissage difficiles. Avec les matériels de l'industrie chimique intervient, en outre, la résistance à la corrosion.

La durée de service des machines, le coût de leur entretien sont conditionnés par l'usure de certains de leurs organes. Aussi les problèmes de frottement (car « frottement » signifie « usure ») doivent faire l'objet d'une étude sérieuse où interviennent les conditions de travail : pression, vitesse, température, graissage, nature des métaux soumis au frottement, etc...

Les problèmes relatifs au graissage ont fait l'objet de nombreux mémoires et de traités spéciaux. Ils ne seront envisagés ici que d'une manière accessoire et dans la mesure où ils se rapportent à l'emploi des métaux et alliages anti-friction.

Nous rappelons que l'auteur de cette étude, M. Cazaud, Ingénieur du Conservatoire national des Arts et Métiers, Docteur de l'Université de Paris, nous a donné récemment une importante étude : La forme des pièces de machines et la tenue à la fatigue (1).

(1) Voir *La Pratique des Industries Mécaniques*, t. XXXIII, n° 2 (février 1950) p. 35 et n° 3 (mars 1950) p. 67.
Voir également du même auteur :
Dans *La Technique Moderne*, La résistance à la fatigue des aciers, t. XLI, nos 23-24 (1er-15 décembre 1949) p. 377.
La fatigue des métaux, 3e édition 1948 (Dunod éditeur).

HISTORIQUE - GÉNÉRALITÉS

Le choix de métaux ou d'alliages pour les coussinets des machines et les paliers des arbres de transmission date des premiers engins à vapeur et de leurs applications.

Il semble qu'on ait employé d'abord la fonte grise et le bronze.

L'idée de garnir les coussinets en bronze d'une couche de métal plastique pour faciliter le montage et le frottement est due à Hopkins, qui recouvrait la surface interne d'une couche de plomb rendue adhérente au moyen d'un étamage. Les coussinets revêtus de cette garniture s'échauffaient très peu en service, par suite de leur facilité d'ajustage sur l'arbre. Ce type de coussinet fut dénommé par Hopkins « selfitting ».

Mais, le plomb étant trop mou, on le remplaça par des alliages dont les compositions firent l'objet de brevets pris par Babbitt en 1835.

Il est d'ailleurs remarquable de constater que les compositions indiquées par Babbitt sont à peu près les mêmes que celles d'alliages encore employés à l'heure actuelle avec satisfaction.

Les alliages plastiques utilisés comme garnitures pour faciliter le frottement sont communément appelés antifrictions [1] ou régules [2] ou encore babbitts ; et l'on désigne sous le nom de régulage l'opération de garnissage des coussinets avec des alliages à faible frottement.

Pendant très longtemps, l'industrie n'a utilisé, indépendamment des bronzes, que deux catégories d'alliages anti-friction : à base de plomb et à base d'étain.

Les alliages à base d'aluminium ont été préconisés à partir de 1920 ; mais ce n'est qu'à la suite de récentes études que leur emploi est devenu effectif.

Les alliages à base de zinc sont apparus vers 1930, et ils se sont beaucoup développés depuis, surtout pendant la guerre. Les résultats obtenus récemment ont montré que ces alliages ne sont pas simplement des alliages de remplacement, mais bien de nouveaux matériaux ayant des propriétés de frottement remarquables.

Les alliages à base de cadmium sont apparus en Amérique vers 1935.

Actuellement, c'est surtout vers l'emploi des alliages cupro-plomb coulés et des alliages d'argent déposés électrolytiquement que l'on s'est orienté pour les problèmes de frottement difficiles où interviennent de fortes pressions dynamiques, comme dans les moteurs Diesel et les moteurs d'aviation.

Les alliages frittés, poreux et autolubrifiants, à base de cuivre ou à base de fer, ont reçu des applications intéressantes dans les cas où le graissage est difficile.

(1) On dit aussi bien « anti-friction » au féminin, par opposition à friction, qu'antifriction, au masculin, par abréviation de « métal ou alliage antifriction ».

(2) Le terme régule a pour origine le fait que les premiers antifrictions étaient à base de plomb et d'antimoine régule.

DIFFÉRENTS TYPES D'ALLIAGES ANTI-FRICTION

Les qualités correspondant à un bon frottement — ainsi qu'on le verra plus loin — exigent deux sortes de propriétés opposées :

1° La résistance à l'usure qui impose un métal dur ;

2° La plasticité qui correspond à un métal mou.

La solution générale du problème de frottement est fournie par des alliages à deux constituants : l'un dur, l'autre mou.

Cependant, on a trouvé récemment que des métaux mous, tels que le plomb, l'argent, peuvent donner satisfaction lorsqu'ils sont déposés en couche très mince et qu'ils sont parfaitement adhérents.

D'après leur processus d'emploi, on peut considérer deux sortes d'alliages :

1° Ceux utilisés sous forme « massive », en pièces coulées ou en pièces provenant de jets, pleins ou creux, et adaptées dans des coquilles, en fonte ou en acier, par des moyens mécaniques, tels que l'emmanchement à la presse. C'est le cas des bronzes, des alliages d'aluminium, des alliages de zinc.

2° Ceux employés en mince épaisseur, sous forme d'une garniture obtenue par coulée sur des coquilles avec lesquelles l'adhérence est obtenue par le moyen d'un étamage. Exceptionnellement, l'adhérence est obtenue par des queues d'aronde, sans étamage (coussinets en fonte peu chargés).

Les antifrictions employées de cette manière sont les alliages à base d'étain, ou de plomb, ou de cadmium qui sont coulés sur des surfaces étamées, ou de cupro-plomb coulés sur des surfaces décapées ou cuivrées.

Les antifrictions à base d'argent sont déposées électrolytiquement.

GÉNÉRALITÉS SUR LE FROTTEMENT ET L'USURE

Lorsque deux surfaces métalliques se déplacent en glissant l'une par rapport à l'autre, des forces de frottement apparaissent et dépendent de la nature des surfaces, de la pression exercée, de la vitesse relative de déplacement, du lubrifiant interposé entre les surfaces...

Considérons un coussinet supportant une certaine charge P et supposons-le suffisamment mobile.

Lorsqu'il y aura rotation de la fusée, le coussinet tendra à être entraîné dans le sens de la rotation, sous l'effet d'une force F, et se déplacera d'un angle α.

Le rapport $\frac{F}{P}$ et l'angle α caractérisent le coefficient de frottement.

On a ainsi constitué un dynamomètre pendulaire pour la mesure du coefficient de frottement, avec lequel on peut étudier les métaux et le lubrifiant, sous différentes conditions de charge et de vitesse.

Le frottement de glissement est appelé frottement *médiat* lorsqu'un fluide est disposé entre les deux surfaces solides, et *immédiat* dans le cas contraire.

Il y a plusieurs régimes dans le frottement *médiat*, et le problème est dominé par l'épaisseur de la couche fluide lubrifiante. On peut considérer le frottement de glissement des lames fluides les unes sur les autres et les efforts tangentiels dus à l'interpénétration des irrégularités des surfaces portantes. Plus forte est l'épaisseur de lubrifiant, plus importante est la première action.

Lorsque le frottement s'établit avec un film obéissant aux lois de l'hydrodynamique, qui régissent les écoulements laminaires : c'est le *frottement parfait*, ou *visqueux* ou *hydrodynamique* pour lequel le coefficient de frottement est minimum.

Avec lubrifiant, le frottement se produit entre deux couches d'un film liquide (stratofilm) adhérant à chacune des surfaces et formé d'une ou plusieurs couches monomoléculaires.

On ne sait encore si ce film épouse les aspérités de la surface ou la nivelle à la manière d'un verglas sur une route (A. Marcellin).

Diverses expériences ont permis d'admettre que les molécules du corps constituant le lubrifiant s'orientent de manière à « s'accrocher » par certains de leurs ions à la surface métallique.

En l'absence de graissage, qu'il s'agisse de frottement à sec ou de frottement lubrifié avec rupture momentanée du film d'huile, les aspérités s'opposant au déplacement des surfaces augmentent ainsi fortement le coefficient de frottement. La pression peut atteindre, en certains points, des valeurs très élevées et amener un écoulement plastique du métal et, l'élévation de température aidant, une soudure des surfaces qui correspond au *grippage*.

Le risque de grippage est d'autant moindre que les métaux en contact ont le moins tendance à former une combinaison métallique par filiation. C'est ainsi qu'avec le cupro-plomb, le plomb, qui ne donne aucune filtration avec le fer ni avec le cuivre, empêche le grippage. Il en est de même du graphite dans les fontes grises et dans les alliages frittés.

Si, avec graissage, les pressions sont relativement faibles, les parties en relief sont nivelées dans le métal le plus mou avec arrachement et entraînement des particules d'abrasion. L'usure, au début très forte, diminue au fur et à mesure que les aspérités disparaissent. C'est la période de *rodage*.

PROPRIÉTÉS D'EMPLOI DES ALLIAGES ANTI-FRICTION

Comme leur nom l'indique, ces alliages ont pour but de diminuer le frottement et, par conséquent, l'échauffement, le travail mécanique et l'usure et, finalement, de procurer une augmentation de la durée de service des pièces frottantes.

Les propriétés demandées aux alliages anti-friction sont les suivantes :

1° Plasticité

C'est la propriété qui doit permettre au métal de se déformer légèrement pour compenser les défauts d'alignement et obtenir une bonne portée des surfaces en contact, qui présentent inévitablement des irrégularités après usinage (1).

Cette plasticité doit permettre, en outre, de faire porter correctement l'arbre sur le coussinet, au moment de la mise en route et d'éviter la rupture du film d'huile.

Un bas module d'élasticité et une faible dureté favorisent la plasticité.

2° Dureté et résistance à la compression

D'une manière générale, la dureté peut être définie comme la résistance à la pénétration et la résistance à la compression comme la faculté de résister aux déformations permanentes sous les charges appliquées.

Ces deux propriétés varient dans le même sens que la charge de rupture à la traction et en sens inverse de la plasticité.

On a été conduit à chercher un compromis entre la dureté et la plasticité en agissant sur la structure de l'alliage antifriction.

La structure est, en principe, formée de deux phases : l'une, de faible dureté et de grande plasticité, formée par un métal pur, ou une solution solide, ou un eutectique ; l'autre, par un métal plus dur ou une combinaison métallique qui confèrent la dureté et la résistance à l'usure. Les constituants durs doivent être répartis uniformément dans la masse plastique qui forme la *matrice*.

C'est ainsi que beaucoup d'alliages antifrictions sont constitués d'une matrice d'étain ou de plomb, ou d'eutectique étain-plomb avec des cristaux durs de combinaison étain-antimoine, cuivre-antimoine...

Nous étudierons plus loin la structure des différents alliages antifriction employés.

La résistance à la compression peut être augmentée en diminuant l'épaisseur de la couche d'alliage antifriction, mais alors la plasticité est diminuée, ainsi que la faculté d'incrustation des particules métalliques. Il devient nécessaire d'ajuster plus soigneusement les portées et l'alignement.

(1) On améliore beaucoup la tenue en service par un rodage au graphite, qui bouche les plus grosses irrégularités de l'arbre et du coussinet.

D'après la théorie qui a été donnée la première fois par Charpy [1], en 1898, la structure convenant à un alliage antifriction est formée par une matrice formée d'un constituant mou dans laquelle sont incrustés des

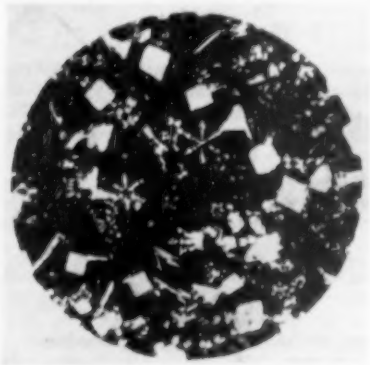


Fig. 1. — Structure type d'alliage antifriction : alliage à base de plomb ; matrice étain ; cristaux durs, combinaisons pour SbSn et Cu_6Sn.

grains durs (fig. 1 et 2). La matrice, plastique, permet au coussinet de se mouler sur l'arbre et d'éviter ainsi les surpressions locales qui sont à l'origine du grippage. Les grains durs supportent la charge ; ils ont un coefficient de frottement peu élevé, de telle sorte que

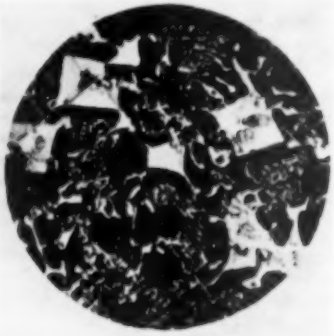


Fig. 2. — Structure type d'alliage antifriction : alliage à base de plomb ; matrice, plomb ; cristaux durs, combinaisons SbSn et Cu^2Sb.

le grippage ne peut se produire que difficilement. Les grains durs s'enfoncent plus ou moins dans la matrice de manière à égaliser la pression.

Des expériences ont été faites récemment pour déterminer les rôles respectifs de la matrice et des grains durs.

(1) Charpy. Etude des alliages blancs dits antifrictions. Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale (juin 1898).

A cet effet, Mc Kee [2] a préparé des alliages à base d'étain ou à base de plomb formés soit de la matrice seule, soit de la matrice et des grains durs (alliage complet).

TABLEAU I. — COMPOSITION DES ALLIAGES ÉTUDIÉS (MC KEE)

	Pb	Sn	Sb	Cu	Ni
Alliage complet à base de plomb	78,5	6	15	0,5	—
Matrice à base de plomb	87	3	10	0	—
Alliage complet à base d'étain	—	89,5	6,5	4,2	0,1
Matrice à base d'étain	—	92,6	7	<0,4	0

Les duretés correspondantes ont été déterminées (tableau II).

TABLEAU II. — DURETÉ VICKERS DES ALLIAGES ÉTUDIÉS (MC KEE)

	Dureté Vickers		Dureté Vickers
Plomb pur	4	Etain pur	7
Alliage complet au plomb	21	Alliage complet à l'étain	24
Matrice au plomb	18	Matrice à l'étain	18
Acier	166	Cupro-plomb	35

Les essais de frottement ont montré que les coefficients de frottement sont plus faibles pour les alliages que pour les métaux purs et qu'en général les coefficients de frottement sont plus bas pour les alliages complets que pour les alliages formés seulement des matrices ; la différence étant due aux grains durs.

Les antifrictions au plomb ont des propriétés comparables à celles des antifrictions à l'étain.

3° Capacité de charge dynamique

C'est le maximum de la charge que l'antifriction peut supporter en service, sans échauffement anormal, à une certaine vitesse.

Bien que la charge se répartisse d'une façon non uniforme et que le maximum de la pression se situe en avant du sens de rotation, on définit empiriquement la capacité de charge par le produit de la pression et de la vitesse admissibles en fonctionnement.

(2) A. Mc Kee et T.B. Mc Kee, *The Engineer*, 30 juillet 1948.

$$p \text{ kg/cm}^2 \times v \text{ cm/s}$$

p étant la pression moyenne en kg/cm² sur la surface projetée du coussinet de diamètre D et de longueur L

$$p \text{ kg/cm}^2 = \frac{P \text{ kg}}{L_{cm} \times D_{cm}}.$$

On admet que la pression admissible varie en raison inverse de la vitesse, de telle sorte que

$$p\ v = C^{te}$$

A un produit $p\,v$ donné correspond un échauffement déterminé.

4° Résistance à l'usure

Cette propriété est liée à la plasticité et à la dureté de l'antifriction.

L'usure est toujours plus forte dans la première période qui suit la mise en service, car les surfaces en contact ne portent pas correctement. Une bonne plasticité est la qualité dominante dans la période de rodage.

L'usure diminue quand la dureté de l'antifriction augmente, si celui-ci a la structure convenable ; mais une dureté trop forte risque de produire une usure de l'arbre. En principe, les résultats sont d'autant meilleurs que l'arbre est plus dur, ce qui est le cas des arbres chromés électrolytiquement, cémentés et trempés, nitrurés.

5° Résistance au grippage

En cas d'échauffement anormal en service, entraînant un serrage du coussinet sur l'arbre, la rupture du film d'huile survient ; le contact métal sur métal peut amener une soudure locale et la chaleur dégagée entraîne alors le grippage ou la fusion de l'antifriction, si celui-ci est assez fusible. Un mauvais graissage peut être, à l'origine, la cause de l'échauffement anormal.

Nous avons indiqué plus haut que l'une des conditions pour empêcher le grippage est que les deux métaux en contact ne donnent pas d'alliage ou qu'ils contiennent des éléments comme le plomb, le graphite qui s'opposent à la filiation.

Il est nécessaire que l'antifriction fonde sans gripper, sous peine de mettre l'arbre hors d'usage. L'antifriction est ainsi sacrifiée pour protéger l'arbre.

La fusibilité devient alors la propriété essentielle, mais il faut cependant que la température de fusion ne soit pas trop basse, car un échauffement accidentel en service ne serait plus permis.

La résistance au grippage dépend de beaucoup d'autres propriétés, telles que la mouillabilité du lubrifiant, la faculté d'absorption par incrustation des particules étrangères, la conductibilité thermique... que nous allons examiner.

Le risque de grippage est plus grand à la mise en service car, les surfaces n'étant pas rodées, l'échauffement est plus fort.

6° Facilités d'absorption par incrustation des particules métalliques

Souvent, on peut craindre que des particules étrangères mélangées à l'huile (limaille, émeri, poussières métalliques d'usure) passant entre l'arbre et le coussinet n'entraînent la rupture du film d'huile et, par voie de conséquence, un grippage ou des rayures de l'arbre. La facilité d'absorption des particules est une propriété importante ; elle va de pair avec la faible dureté de l'antifriction.

7° Conductibilité thermique

Une bonne conductibilité thermique favorise le fonctionnement car la chaleur dégagée par le frottement est plus facilement évacuée. La tendance au grippage, en cas de contact métal sur métal, est diminuée.

On obtient une bonne conductibilité avec les antifrictions à base d'argent, de cuivre, d'aluminium, de zinc.

Les antifrictions à base de plomb, d'étain ont une faible conductibilité, que l'on peut augmenter en utilisant ces alliages en faible épaisseur ou en les appliquant sur un support en bronze ou cupro-plomb, ou encore sous forme de grille, dans laquelle la surface frottante est formée d'un quadrillage d'antifriction ménagé dans un support en bronze (coussinet « grid type »).

8° Mouillabilité

La mouillabilité par le lubrifiant se caractérise par une affinité du liquide pour le métal, dans laquelle intervient la tension superficielle du lubrifiant.

L'antifriction ne pouvant résister très longtemps au frottement à sec, il importe que sa surface soit à même d'absorber le lubrifiant et de donner un film résistant qui se reforme facilement si celui-ci est rompu accidentellement.

L'aptitude au mouillage dépend de l'état de surface ; un arbre dont la surface est très bien polie *accroche* mal le lubrifiant, mais si la surface est grossièrement usinée, le frottement est mauvais.

Le plus souvent, le métal réagit avec les composés de l'huile (acides gras, soufre, oxygène dissout) et donne un film solide adhérent qui permet *d'accrocher* à son tour le film d'huile.

9° Adhérence

L'antifriction employé en couche mince doit être parfaitement adhérent à son support : coquille ou coussinet en acier ou en bronze ; sinon il se produit des flexions entraînant la fissuration. L'adhérence dépend des retraits de l'antifriction à la coulée, de la qualité de l'étamage.

10° Résistance à la fatigue

Lorsque la charge est variable, il faut considérer la résistance à la fatigue. Dans le cas général, le coussinet supporte une charge de compression statique à laquelle s'ajoute une charge variable produite, par exemple, par des chocs répétés.

Dans ces conditions, pour des coussinets très chargés, on observe souvent que des fissures prennent naissance à la surface de frottement de l'antifriction, parallèlement à l'axe de rotation. Ces fissures, sinueuses, cheminent de la surface vers le support. En atteignant celui-ci, elles dévient et font détacher la couche d'antifriction. Les fragments sont maintenus en place tant que le coussinet est appliqué sur l'arbre, mais au démontage ils se détachent en pavés de mosaïque. La chaleur du frottement s'évacue alors très mal, ce qui entraîne parfois le grippage.

Ces ruptures ne sont pas des ruptures par fragilité, mais bien des ruptures par fatigue.

fisamment rigide provoque des flexions qui *fatiguent* l'antifriction et amènent sa fissuration.

11° Facilité de mise en œuvre

Cette qualité dépend du procédé de mise en œuvre : coulée, dépôt électrolytique, frittage... Pour la coulée, il faut considérer : la température de fusion, le retrait à la solidification, l'absence de soufflures, l'oxydation (perte au feu), la possibilité de refusions, l'obtention d'une structure homogène (absence de liquation et de ségrégation). L'intervalle de solidification doit être aussi faible que possible pour éviter la ségrégation.

12° Résistance à la corrosion

Pour certains matériels de l'industrie chimique, la résistance à la corrosion est la propriété prédominante, et les antifrictions n'assurent une durée de service normale que s'ils résistent aux agents de corrosion.

Dans le cas de lubrification, certaines huiles attaquent

TABLEAU III. — PROPRIÉTÉS COMPARÉES DES DIFFÉRENTS TYPES D'ANTIFRICTIONS (D'APRÈS *A. S. T. M.*)

		Résistance à la fatigue			
		Médiocre	Assez médiocre	Assez bonne	Bonne
Qualité d'antigrippage	Très mauvaise				Bronzes à l'étain Bronzes d'Al sans plomb
	Mauvaise				Argent Bronze au plomb 80 % Cu ; 10 % Sn ; 10 % Pb Bronze au plomb 88 % Cu ; 4 % Sn ; 4 % Pb ; 4 % Zn Bronze à 25 % Pb
	Moyenne		Cupro-plomb 35 % Pb	Cupro-plomb à 28 % Pb avec argent Cupro-plomb à 25 % Pb avec moins de 1 % Sn	Alliages à base d'Al *750* coulé × *B 80 S* laminé
	Bonne	Antifrictions à base de plomb Antifrictions à base d'étain	Alliages à base de cadmium		

Les facteurs dont elles dépendent sont la nature du métal, l'épaisseur et l'adhérence de la couche d'antifriction, la rigidité de la coquille. Une coquille insuf-

les antifrictions par suite de la formation d'acides gras ; la corrosion augmente l'usure et peut faciliter la fissuration par fatigue.

Le facteur principal de la corrosion est la température qui détermine l'oxydation de l'huile et, avec certaines huiles, la disparition des films protecteurs à la surface de frottement. Le refroidissement de l'huile est dans ce cas le moyen le plus efficace de diminuer la corrosion.

13°. Retrait à la solidification et coefficient de dilatation

Au moment de la coulée, la contraction de l'alliage est différente de celle de la coquille qui lui sert de support. Si l'antifriction est appliqué sur l'intérieur d'un demi-coussinet, celui-ci tendra à se fermer d'autant plus qu'il sera plus mince et que l'antifriction aura plus de retrait.

Les contraintes accompagnant le retrait peuvent être suffisantes pour amener le décollement de l'antifriction, soit immédiatement après la coulée, soit en service sous l'influence des efforts appliqués.

Certains alliages, comme ceux à base de zinc, ou à base d'aluminium, sont d'une application difficile par régulage sur des coquilles minces, à cause de leur fort retrait.

Le coefficient de dilatation conditionne le jeu en service pour une température donnée.

Avec un alliage à forte dilatation, on est obligé de prévoir un jeu important à froid pour éviter un serrage à chaud entraînant le grippage.

IMPORTANCE RELATIVE DES DIFFÉRENTES PROPRIÉTÉS

Toutes les propriétés passées en revue plus haut sont plus ou moins en dépendance les unes des autres, et il est parfois difficile de dire quelles sont les plus importantes.

A première vue apparait la difficulté, sinon l'impossibilité, de prévoir la tenue en service d'un matériau antifriction en se référant à ses seules caractéristiques physiques ou mécaniques (1).

Les facteurs dont dépend la sécurité de fonctionnement sont si nombreux qu'on est réduit, le plus souvent, à admettre une probabilité de bonne tenue en choisissant une catégorie de métaux ou d'alliages plutôt qu'une autre.

Il faut considérer non seulement la vitesse, la pression, la température, mais aussi les variations de celles-ci, le graissage, la forme des coussinets, etc...

A. Portevin (2) a fait remarquer que la mise hors service d'un coussinet peut résulter :

a) D'un mauvais graissage, et le coussinet est sacrifié pour protéger l'arbre ; la fusibilité est alors la propriété dominante.

b) D'un mauvais alignement de l'arbre et du coussinet et il faut que l'antifriction soit suffisamment plastique sous charge constante.

c) De pliages alternés amenant la fissuration par fatigue, d'où l'intérêt d'avoir un bas module d'élasticité — ou une bonne résistance d'endurance. Le coefficient de frottement, la conductibilité thermique seraient de faible importance.

Le tableau III donne, d'après *Metals Hand Book*, éditions 1948 (3), la valeur comparative des propriétés de résistance à la fatigue et d'antigrippage des différents types d'alliages appliqués, dans les conditions d'emploi c'est-à-dire sur support d'acier — sauf pour les alliages d'aluminium qui sont coulés en mince épaisseur.

D'après E. Crankshaw (1), les divers alliages antifriction se classent dans l'ordre du tableau IV au point de vue de leurs propriétés : qualités de frottement, résistance à la fatigue résistance à la corrosion.

TABLEAU IV. — VALEUR RELATIVE DES DIFFÉRENTES ANTIFRICTIONS CONSIDÉRÉES SOUS LA MÊME ÉPAISSEUR DE 0,5 MM (E. CRANSHAW)

N° d'ordre	Qualité de frottement	Résistance à la fatigue	Résistance à la corrosion
1	Alliages à base de plomb	Argent	Argent
2	Alliages à base d'étain		Alliages à base d'étain
3	Dépôt électrolytique plomb-étain	Cupro-plomb	Alliages à base de plomb
4	Cadmium		Dépôt électrolytique plomb-étain
5		Cadmium	
6		Alliages à base de plomb	
7	Argent	Alliages à base d'étain	Cupro-plomb
8	Cupro-plomb	Dépôt électrolytique plomb-étain	

(1) Dayton : Matériaux pour coussinets en mince épaisseur, Mémoires présentés au 28ème Congrès d'*Atlantic City*, *A. S. M.* (1946).

(2) A. Portevin : Choix des essais de réception pour les alliages anti-friction, *Metal Progress*, t. 48, n° 5 (1945) p. 1116.

(3) Sous-Comité des métaux anti-friction de l'*A. S. T. M.* : Matériaux pour coussinets, *Metals Handbook* édition 1948, p. 745.

(1) E. Crankshaw : Les antifrictions, Présent et avenir, *Metallurgia* (mars 1949) p. 287, et *Anc. Soc. Mach. Eng.*, Annual Meeting (1948).

Enfin, le tableau V donne, d'après Clauser (1), les caractéristiques mécaniques de différents antifrictions.

TABLEAU V. — PROPRIÉTÉS ET CARACTÉRISTIQUES COMPARÉES DE DIFFÉRENTS TYPES D'ANTIFRICTION (D'APRÈS CLAUSER)

Antifriction	Dureté Brinell à temp^re ordre	Dureté Brinell à 150° C	Dureté mini de l'arbre	Charge maxi kg/cm²	Temp^re maxi de service °C	Résistance à la fatigue	Résistance au grippage	Plasticité et faculté d'absorption des particules
à base d'étain	20 - 30	6 - 12	150 au moins	50 - 100	150	3	1	1
à base de plomb	15 - 20	6 - 12	150	50 - 85	150	3	1	1
plomb alcalino-terreux	22 - 26	11 - 17	200 - 250	85 - 100	260	3	1	1
à base de Cd	30 - 40	15	200 - 250	100 - 140	260	3	1	1
Cupro-plomb	20 - 30	20 - 23	300	100 - 175	180	2	2	2
bronze à l'étain	60 - 80	60 - 70	350 - 400	> 280	260	1	3	3
bronze au plomb	40 - 70	40 - 60	300	210 - 320	230 - 260	1	3	3
bronze phosphoreux	75 - 100	65 - 100	400	> 280	260	1	3	3
alliage d'aluminium	45 - 50	40 - 45	300	> 280	110 - 150	2	2	3
argent (dépôt él.)	25	25	300	> 280	260	1	2	3

et leur valeur relative notée de 1 à 3 en ce qui concerne la résistance à la fatigue, la résistance au grippage et la faculté d'absorption des particules.

Aucun antifriction ne donne la note 1 - 1 - 1. Le cupro-plomb est le seul alliage qui offre une note moyenne vis-à-vis de chacune des propriétés spécifiées.

(à suivre)

R. CAZAUD
Ingénieur du Conservatoire national des Arts et Métiers, Docteur de l'Université de Paris.

Applications du durcissement superficiel par soudage (2)

La cémentation dans la métallurgie doit s'appuyer sur deux conditions fondamentales pour le choix des alliages : la fatigue dans l'emploi des pièces et les qualités des divers types de la matière d'apport.

Les types d'alliages à durcir se classent en trois groupes :

1) Les nombreux alliages à base de fer, qui couvrent la majeure partie des applications.

2) Les alliages de métaux non ferreux, généralement à base de cobalt pour la dureté à chaud à hautes températures.

3) Les types des composés au carbure de tungstène pour la résistance à l'abrasion.

La protection par cémentation répond aux grands problèmes suivants :

a) abrasion ou meulage par friction,

b) chocs ou bosselages,

c) résistance à la chaleur (souvent combinés aux cas a, b et d),

d) corrosion chimique.

Des économies importantes ont ainsi été pratiquement obtenues dans divers domaines : guides et cylindres de laminage ayant donné une production de 20 000 à 60 000 tonnes sans être rechargés ; pelles chargeuses dont la vie augmente de 400 à 500 % ; lames frittées de malaxeurs ; lames de cisailles à papier donnant un accroissement d'utilisation passant de 3 000 à 75 000 tonnes (vie triplée) ; filières de têtes pour barres rondes dont la vie passe de 20 à 72 heures.

M. E.

(1) Clauser : Propriétés des alliages antifriction. *Materials and Methods*, août 1948.

(2) *The Welding Journal*, mars 1950.

OUTILS ET OUTILLAGE

Les outils au carbure de tungstène et leurs applications en décolletage

(suite et fin)

Dans la première partie de son étude (1), M. Clausse, Ingénieur des Arts et Métiers, a étudié en détail la forme et les caractéristiques des outils au carbure. Il en expose ci-dessous les conditions d'affûtage et d'emploi.

III. - L'AFFUTAGE DES OUTILS AU CARBURE

L'affûtage, d'une manière générale, résulte de l'action de coupe de milliers de particules abrasives réparties sur les faces de la meule, qui les fait apparaître sur sa périphérie au fur et à mesure de son usure. Afin de permettre un bon rendement, ces particules doivent posséder deux qualités principales : elles doivent être à arêtes vives et d'une très grande dureté. Sans ces deux caractéristiques, l'abrasion sera moins nette et conduira à un échauffement excessif. Les meules ordinaires, constituées par de l'oxyde d'alumine ou corindon artificiel, ne permettront jamais un affûtage convenable des carbures parce que la dureté de cet abrasif n'est pas suffisante. Une bonne meule pour carbure sera constituée par du carbure de silicium couramment dénommé carborundum ou par du diamant. En comparant ces deux abrasifs, il ressort que les grains de carbure de silicium, s'émoussent beaucoup plus rapidement dans l'affûtage des outils au carbure. Pour éviter l'échauffement excessif dont nous avons parlé plus haut, les meules au carborundum utilisent un agglomérant plus tendre, ce qui permet un arrachement plus rapide des grains d'abrasif lorsque ceux-ci ne possèdent plus des saillies nettes et coupantes. Par contre, l'agglomérant des meules diamant sera beaucoup plus dur afin d'éviter un arrachement prématuré des grains de diamant qui restent tranchants très longtemps. Dans les procédés d'affûtage des outils au carbure, certains principes fondamentaux légèrement différents de ceux mis en application pour des outils de coupe ordinaires, doivent être observés afin d'obtenir des résultats satisfaisants. En premier lieu, les machines à affûter utilisées devront répondre à certaines conditions que nous résumerons comme suit, afin de maintenir une précision correcte :

L'affûteuse devra être rigide, ce qui, par ailleurs, évitera des vibrations qui occasionneraient des craquements de pastilles. Bien entendu, la broche sera de construction soignée, montée sur roulements sans jeu longitudinal ni axial et devra permettre une vitesse de meule de 1 500 m/mn. Le moteur sera réversible afin de permettre d'affûter indifféremment les outils à droite et à gauche. La table de la machine sera équipée de dispositifs micrométriques afin de la régler aux angles convenables suivant les besoins. Enfin un collecteur de poussière est presque indispensable de même qu'un dispositif précis de dressage de meule.

Un outil au carbure de tungstène étant généralement constitué par une partie en acier ordinaire et une pastille au carbure, il sera toujours préférable de rectifier ces deux parties séparément. Toutefois, il est souvent difficile de concevoir des outils sur lesquels, au cours des affûtages successifs, la meule n'aura à retoucher que l'un ou l'autre de ces constituants ; c'est pourquoi il est recommandable d'employer des meules au carbure de silicium et de dégrossir sur une meule à oxyde d'alumine les parties en acier ordinaire. D'autre part, il est plus indiqué d'utiliser des meules boisseaux cylindriques que des meules plates car la vitesse linéaire de ces dernières diminue au fur et à mesure de leur usure.

En ce qui concerne l'arrosage, si celui-ci n'est pas abondant et continu, il est plus rationnel d'affûter à sec, car un flot intermittent et faible conduit à des échauffements et refroidissements alternés qui peuvent provoquer des craquements de la pastille. Les deux méthodes ont leurs avantages et leurs inconvénients ; cependant, malgré une usure plus rapide dans l'affûtage à sec et la formation abondante de poussière, ce procédé est préférable car le contrôle de l'opération est plus facile et l'échauffement plus uniforme, tandis qu'un affûtage humide présente un certain nombre d'inconvénients, nécessite une plus grande attention au cours de l'opération et un système d'arrosage bien conditionné. Avec des meules diamant, cependant, l'affûtage humide est recommandé.

Dans l'affûtage proprement dit, nous considérerons quatre cas : celui d'un outil neuf qui vient d'être brasé, celui d'un outil émoussé, celui d'un outil cassé et celui du brise-copeau. Nous supposons, par ailleurs, qu'il s'agit d'un affûtage à la main sur une meule boisseau à

(1) *La Pratique des Industries Mécaniques*, t. XXXIII, n° 10 (octobre 1950) p. 311

face bombée (fig. 20), cette forme permettant un minimum de contact avec l'outil que l'on déplace au cours de l'affûtage parallèlement à cette face.

Fig. 20 — Meule boisseau à face bombée.

AFFUTAGE D'UN OUTIL NEUF

Il y a lieu de considérer ici un affûtage de dégrossissage avant l'affûtage définitif de finition.

a) *Ebauche.* — Pratiquement le support de pastille a été préalablement meulé pour lui donner des angles de dépouille et d'incidence qui seront adoptés. La pastille qui est ensuite brasée sur ce corps d'outils est de

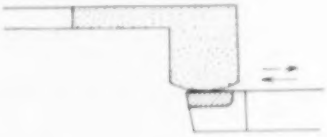


Fig. 21 — Affûtage de la face supérieure.

dimensions supérieures à celles de son logement, ce qui permettra d'éviter le meulage simultané de la pastille et du corps d'outil.

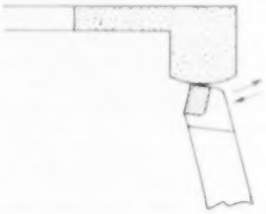


Fig. 22 — Affûtage de la face avant.

La face supérieure de la pastille étant la plus importante, son meulage sera effectué en premier lieu pour la raison suivante : il arrive que dans cette ébauche, où

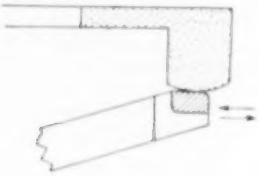


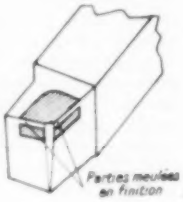
Fig. 23 — Affûtage de la face latérale.

une plus grande partie de métal est à meuler, de légers écaillages se produisent sur les arêtes de coupe qui disparaîtront au cours des affûtages ultérieurs de la face latérale et de l'extrémité (fig. 21, 22 et 23).

Il est important, au cours de cette première ébauche, d'enlever par meulage la surépaisseur de métal le plus rapidement possible, d'éviter un échauffement excessif et localisé et, pour cela, de ne pas donner à l'outil une pression exagérée et de le déplacer continuellement. De plus, il est recommandé de donner aux faces à rectifier des angles légèrement supérieurs aux angles définitifs. Les meules utilisées pour cette ébauche sont généralement au carbure de silicium de grain 60.

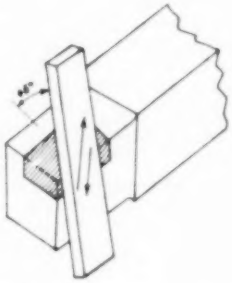
b) *L'affûtage de finition* s'effectuera suivant le même procédé que pour l'ébauche mais les inclinaisons données à la table seront celles qui permettent d'obtenir les angles de coupe et dépouilles compatibles avec le travail à effectuer. Il n'est pas nécessaire pour les dépouilles transversales et latérales de donner une passe de finition sur toute l'épaisseur de la pastille. Finir l'affûtage sur 1/4 de l'épaisseur de la pastille est très suffisant (fig. 24). En pratique, ceci peut constituer

Fig. 24 — Affûtage de finition.



la mise en application de la méthode prévoyant une dépouille secondaire comme on l'a expliqué plus haut. Si un brise-copeau est à envisager, la partie étagée directement sur l'arête de coupe sera seulement rectifiée en finition. Le rayon d'attaque sera ensuite effectué en déplaçant manuellement l'outil sur la table ; pour un rayon très minime il est préférable de l'effectuer en tournant la meule à la main. Pour un affûtage de finition, une meule diamant de grain 100 à 120 donnera d'excellents résultats. Malgré tout, beaucoup d'ateliers

Fig. 25 — Pierrage.



obtiennent satisfaction avec des meules au carbure de silicium de grain 100.

L'affûtage étant ainsi réalisé, il sera toujours avantageux de pierrer légèrement l'arête tranchante afin de renforcer celle-ci dans le cas du décolletage de l'acier. Ce pierrage (fig. 25), est généralement effectué à 45° et le léger chanfrein qui en résulte variera entre 0,05 mm

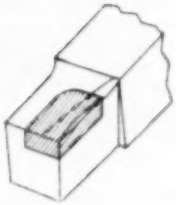


Fig. 26. — Pierrage accentué pour ébauche.

et 0,15 mm suivant que l'avance de l'outil pour le travail demandé sera faible ou forte. Dans le cas d'un travail d'ébauche, il est bon d'accentuer le pierrage sur la partie de l'arête qui sera en contact de la périphérie croûteuse de la barre à décolleter (fig. 26).

Affutage d'un outil émoussé

Les mêmes principes que pour l'affûtage de finition d'un outil neuf seront à appliquer pour l'affûtage d'un outil émoussé, qui ne demande qu'à être rafraîchi.

Affutage d'un outil ébréché

Un outil ébréché ou cassé pourra être utilisé à nouveau dans la mesure où la longueur de l'arête tranchante restée intacte sera supérieure à la profondeur de coupe demandée. La partie ébréchée de la pastille sera alors dégagée par meulage du support sur meule à l'oxyde d'alumine et ensuite la pastille sera dégrossie, pour effacer la cassure, sur meule au carbure de silicium. Après quoi l'affûtage définitif sera effectué suivant le processus de l'affûtage de finition.

Affutage du brise-copeau

L'affûtage du brise-copeau, lorsque celui-ci est du type à face étagée, doit obligatoirement se faire sur un dispositif universel permettant l'orientation dans les trois directions de l'outil à affûter. Il sera toujours préférable d'utiliser une meule dont la largeur soit supérieure à celle du brise-copeau. Pour cet affûtage, une meule diamant est recommandée et il sera toujours effectué ultérieurement à l'affûtage de finition sur un outil où les angles et dépouilles ont été correctement réalisés. S'assurer également que la meule n'aura pas à toucher une autre partie de métal que la pastille.

Etant donné que la forme d'un brise-copeau, en particulier sa largeur et son angle d'inclinaison par rapport à l'arête de coupe, sera définitivement adoptée lorsque, pour un acier donné, les résultats seront satisfaisants, il est important de pouvoir retrouver cette même forme au cours des affûtages successifs. C'est pour cette raison qu'un dispositif universel avec graduations repères pour les différentes inclinaisons est indispensable.

L'affûtage proprement dit se fera en prenant toutes les précautions déjà énoncées pour un bon meulage sans échauffement de la pastille.

La meule devra, d'autre part, être dressée chaque fois que son rayon deviendra incorrect pour l'obtention d'un copeau se roulant et se brisant normalement.

IV. - APPLICATION DES OUTILS AU CARBURE DE TUNGSTÈNE

Un outil ayant été conçu et affûté est alors prêt à être utilisé. Dans les montages sur tous les genres de machines, certaines règles sont à observer pour obtenir un rendement maximum d'un outil qui a été réalisé avec le maximum de précautions pour en assurer un bon fonctionnement. Il est tout d'abord important de ne pas oublier qu'en règle générale les outils au carbure travaillent à une vitesse de coupe supérieure à celles ordinairement employées avec des outils en acier rapide. Ces vitesses supérieures augmentent, sur la pièce en mouvement, la force centrifuge qui peut engendrer des vibrations néfastes au travail de coupe de l'outil. Il sera donc nécessaire de prévoir un serrage rigide de la pièce et, dans le cas de pièces irrégulières avec balourd, un équilibrage de celles-ci. A ces vitesses également une contre-pointe fixe entraînerait un échauffement de celle-ci qui se détériorerait rapidement et c'est pourquoi une contre-pointe tournante sera employée de préférence.

Quant à la vitesse de coupe, elle constitue un facteur important pour un travail rationnel. Une vitesse de coupe trop faible est aussi désastreuse qu'une vitesse trop forte pour des outils au carbure. Les tableaux III, IV et V renseigneront sur les limites maxima et minima à ne pas dépasser, en relation avec les avances et les profondeurs de coupe et suivant la matière à travailler. Quand plusieurs outils travaillent simultanément sur différents diamètres, la vitesse adoptée devra être choisie de telle façon que chaque outil travaille dans l'intervalle des conditions de coupe limite des tableaux précités. Si les différences de diamètre sont trop importantes pour réaliser ces conditions, il est souvent plus économique d'utiliser un outil au carbure sur le grand diamètre et un outil en acier rapide sur le petit diamètre où la vitesse est correcte pour l'acier rapide. Dans un travail de façonnage où le diamètre varie au fur et à mesure de l'avance de l'outil, si possible prendre la vitesse de rotation qui correspondra sur le grand diamètre à la vitesse de coupe maximum et sur le petit diamètre à la vitesse de coupe minimum en restant dans les limites du tableau. Cependant, il peut être nécessaire de changer la vitesse de rotation en

cours de façonnage pour conserver une vitesse de coupe compatible avec la matière travaillée, même si une marque résulte de l'arrêt en cours de travail.

traire, malgré tout, peut occasionner des bris de pastille. Par ailleurs, le copeau se brise moins facilement avec une fine avance.

TABLEAU III. — VITESSES LIMITES DE COUPE POUR LES ACIERS

Matière	Usinabilité	Profondeurs de coupe en mm				
		10 à 20	5 à 10	2 à 5	0,5 à 2	0,1 à 0,5
		Avances en mm				
		0,5 à 0,7	0,4 à 0,6	0,3 à 0,5	0,2 à 0,4	0,1 à 0,2
		Vitesses de coupe en m/mn				
Acier au soufre	145	55 - 100	60 - 120	85 - 145	115 - 190	150 - 450
Acier au carbone (D.X.)	150	55 - 100	60 - 120	85 - 145	115 - 190	150 - 450
Acier au carbone 1/2 dur	160	45 - 90	55 - 115	75 - 140	105 - 170	120 - 380
Acier au carbone dur	185	40 - 85	45 - 110	60 - 120	90 - 150	120 - 305
Acier au manganèse	210	30 - 75	40 - 90	45 - 105	75 - 140	90 - 245
Acier au nickel 2 %	160	45 - 90	55 - 115	75 - 140	105 - 170	120 - 365
Acier au nickel 5 %	210	40 - 85	45 - 110	60 - 120	90 - 150	120 - 305
Acier au nickel chrome doux	185	40 - 85	45 - 110	60 - 120	90 - 150	120 - 305
Acier au nickel chrome dur	210	30 - 75	40 - 90	45 - 105	75 - 140	90 - 245
Acier au chrome molybdène	210	30 - 75	40 - 90	45 - 105	75 - 140	90 - 245
Acier à roulement	235	30 - 75	40 - 90	45 - 105	75 - 140	90 - 245
Acier au chrome vanadium	235	30 - 75	40 - 90	45 - 105	75 - 140	90 - 245
Acier coulé	210	40 - 85	45 - 110	60 - 120	90 - 150	90 - 245

En règle générale, pour des travaux dans l'acier, la vitesse de coupe ne devra jamais être inférieure à 60 m/mn. Une vitesse trop faible conduit toujours à des ennuis pour les outils et pour la qualité du travail obtenu.

L'avance employée a également son importance et ne doit pas être trop faible, afin que la coupe soit franche, pour éviter une usure prématurée de l'outil et l'obtention d'un fini médiocre. Pour des travaux courants, la valeur de cette avance variera entre 0,25 mm et 0,5 mm. Toutefois, pour des passes d'importance exceptionnelles, elle pourra atteindre 0,7 à 0,8 mm tandis que, dans le cas d'une finition avec copeau très réduit, elle ne sera que de 0,05 mm environ. Une avance faible augmente le temps de coupe et, par voie de conséquence, l'usure normale de l'outil ; en même temps, la production s'en trouve diminuée. L'excès contraire, malgré tout, peut occasionner des bris de pastille. Par ailleurs, le copeau se brise moins facilement avec une fine avance.

Nous voyons donc que dans l'utilisation des outils au carbure, les deux critères de rendement : vitesse et avance doivent retenir toute l'attention des praticiens dans la mise au point d'un montage et, contrairement à ce qui est vrai pour les outils de coupe ordinaires, il est souvent plus avantageux d'accroître leurs valeurs quand les résultats ne sont pas satisfaisants.

La profondeur de coupe joue également son rôle, plus particulièrement en fonction de l'avance. Si, pour des raisons de rapidité d'usinage, la passe maximum doit être envisagée, il y a lieu de tenir compte de la rigidité du dispositif de serrage de la pièce, de celle de l'outil et porte-outil et de la puissance disponible de la machine. Ce dernier facteur est primordial, car un manque de puissance à la broche conduira à des calages aussi nuisibles pour la machine que pour la pastille, qui se brisera. Toute étude de montage bien

conduite comportera la détermination de la puissance nécessaire à l'exécution du travail, ce qui permettra de prévoir un matériel répondant aux besoins de l'usinage.

Lorsque le matériel existe, il est souvent utile de conduire l'étude et de réaliser une gamme d'opérations pour laquelle la puissance nécessaire restera dans les limites de celle de la machine. Pour cela, envisager une réduction de vitesse et, si cela est nécessaire, de l'avance, tout en restant pour ces deux valeurs dans la limite de celles qui sont recommandées pour une matière déterminée.

en mm par l'avance a également en mm ; V est la vitesse de coupe en m/s. Le coefficient k est une constante qui représente la force d'arrachement en kg pour une section de copeau de 1 mm². A l'heure actuelle, malheureusement, des études approfondies n'ont pas été encore entreprises pour établir des valeurs précises de cette constante pour les différentes matières utilisées dans la construction mécanique. Il nous semble pourtant que la connaissance de ce coefficient a autant d'importance pour les problèmes d'usinage que la connaissance de la résistance mécanique dans les problèmes

TABLEAU IV. — VITESSES MOYENNES DE COUPE POUR LES FONTES

Matière	Usinabilité	Profondeurs de coupe en mm				
		10 à 20	5 à 10	2 à 5	0,5 à 0,2	0,1 à 0,5
		Avances en mm				
		0,5 à 0,7	0,4 à 0,6	0,3 à 0,5	0,2 à 0,4	0,1 à 0,2
		Vitesses de coupe en m/mn				
Fonte dure	95	55	60	70	75	85
Fonte moyenne	70	60	70	75	85	90
Fonte douce	65	70	75	85	90	95
Fonte alliée dure	95	45	55	60	70	75
Fonte alliée moyenne	70	55	60	70	75	85
Fonte alliée douce	65	60	70	75	85	90
Fonte aciérée moins de 25 %	70	60	70	75	85	90
Fonte aciérée plus de 25 %	75	45	55	60	70	75
Fonte traitée	95	60	70	75	85	90
Fonte centrifugée	95	55	60	70	75	85
Fonte blanche	120	5	5	6	6	8
Fonte malléable dure	120	45	55	60	70	75
Fonte malléable moyenne	95	55	60	70	75	85
Fonte malléable douce	70	60	70	75	85	90

La valeur de la puissance requise pour une coupe ou un ensemble de coupes sera déterminée par application de la formule

$$P = k \frac{SV}{75}$$

dans laquelle : S est la section du copeau en millimètres carrés, égale au produit de la profondeur de coupe l

de construction. Ce coefficient, en effet, tout en jouant le rôle d'un facteur de puissance, donne des indications précises sur les conditions d'usinabilité de tel ou tel métal.

Dans les tableaux précités nous donnons toutefois les valeurs approchées de ces coefficients pour les différentes matières envisagées, valeurs qui, dans tous

les cas, permettront de déterminer avec suffisamment de précision la puissance nécessaire à un certain travail. Il est d'ailleurs prudent de majorer cette valeur de 30 % pour tenir compte des résistances passives de la machine utilisée et de toutes autres conditions difficilement contrôlables, qui prennent une partie de la puissance disponible. La formule citée plus haut se traduit donc en définitive par la suivante :

$$P = 1{,}3\,(P_1 + P_2 + \ldots + P_n)$$

$$= \frac{1{,}3\,k}{75}\,(a_1\,l_1\,v_1 + a_2\,l_2\,v_2 + \ldots + a_n\,l_n\,v_n)$$

dans le cas de plusieurs outils travaillant simultanément.

TABLEAU V. — VITESSES MOYENNES DE COUPE POUR LES NON-FERREUX

Matière	Usinabilité	Profondeurs de coupe en mm				
		10 à 20	5 à 10	2 à 5	0,5 à 2	0,1 à 0,5
		Avances en mm				
		0,5 à 0,7	0,4 à 0,6	0,3 à 0,5	0,2 à 0,4	0,1 à 0,2
		Vitesses de coupe en m/mn				
Bronze et laiton durs	235	55	60	75	90	120
Bronze et laiton doux	95	70	75	90	120	150
Aluminium coulé	70	75	90	105	140	180
Aluminium étiré	95	70	85	100	120	150
Alliage de zinc	70	75	90	105	140	180
Cuivre	95	60	75	105	140	180
Fibre		75	90	120	150	180
Plastique		80	105	140	180	245

V. - CONSEILS PRATIQUES

Dans l'utilisation des outils au carbure, et lorsque certaines difficultés se produisent, pour obvier à celles-ci un nombre considérable de facteurs entre en jeu. Ce qui suit a pour but d'examiner les différentes possibilités de mauvais fonctionnement et les remèdes à y apporter.

Dans le travail sur l'acier, décolletage ou façonnage, une pièce présentant un fini médiocre est souvent l'œuvre d'un outil émoussé. Cette tendance à l'usure rapide de l'arête de coupe peut être provoquée par un tranchant trop vif qu'il est recommandé de pierrer, comme on l'a vu précédemment. Au contraire, pour le travail sur l'aluminium, l'arête devra toujours être très vive.

Un copeau filandreux résulte d'un brise-copeau trop large ou insuffisamment profond tandis que l'excès contraire conduira à un copeau roulé trop court ou strié. Dans le 1er cas, l'amas de copeau autour de l'outil et du porte-outil est très gênant en même temps que dangereux pour l'opérateur. Chercher à dégager ces copeaux n'est qu'une solution de fortune et mieux vaut corriger le brise-copeau. De même, dans le 2e cas, où les résultats ne seront pas satisfaisants, malgré une évacuation normale des copeaux au détriment de la finition et de la tenue de l'outil.

Le broutage est souvent la conséquence d'un rayon d'attaque trop important alors qu'un rayon trop faible, en affaiblissant la rigidité de l'outil, peut provoquer des tapures de la pastille.

Une mauvaise coupe peut être la conséquence d'une arête de coupe émoussée ou ne coupant plus par suite d'une usure progressive. Il est important de faire une distinction entre ces deux causes, car les moyens de remédier à ces inconvénients sont différents. Une arête émoussée se présente avec de légères particules arrachées et ceci peut se produire dès la mise en service de l'outil. Une arête qui devient impropre pour la coupe, par l'apparition d'un chanfrein sur celle-ci, demande simplement à être affûtée. Dans les deux cas les angles et dépouilles doivent être vérifiés. Si les dépouilles sont trop importantes, des vibrations seront

engendrées et l'arête de coupe s'émoussera très rapidement. Si, par contre, ces dépouilles sont insuffisantes, l'outil talonnant, sa vitesse d'usure en sera accélérée.

De même une rupture d'outil peut être causée par un angle d'incidence trop prononcé qui affaiblit la pointe d'outil tandis qu'un angle trop faible conduit à un talonnage préjudiciable à la bonne tenue de l'outil et à l'aspect de la pièce finie. La position de l'outil doit, d'autre part, être vérifiée lorsque des difficultés d'usinage sont rencontrées. En principe, un outil est réglé au centre mais, dans certains cas, il peut être légèrement au-dessus ou au-dessous du centre sans que ces dépassements ne soient excessifs, ce qui occasionnerait dans le premier cas une usure prématurée de l'outil et une médiocre finition, et, dans le second cas, des vibrations et des ruptures de pastille.

L'arrosage a aussi son importance et pour qu'il soit efficace il doit être important, régulier et bien dirigé. Le rôle de l'arrosage étant d'éviter une élévation exagérée de la température de l'outil en travail, si le débit est insuffisant la température du liquide en circulation s'élèvera et le but ne sera pas atteint. Si le flot est irrégulier il se produira des refroidissements momentanés très mauvais pour la pastille de carbure, ce qui pourra donner lieu à des craquements de celle-ci. Pour obtenir de bons résultats, il est recommandé, d'autre part, de diriger le jet sous le copeau et contre l'outil, car la partie demandant à être convenablement arrosée est le nez de l'outil. Il est quelquefois nécessaire de prévoir à cet effet une canalisation dans le porte-outil qui vient déboucher à l'endroit convenable sous l'outil et assure constamment un arrosage rationnel.

Nous ne reviendrons pas sur les conditions de coupe, vitesses et avances, qui doivent toujours être vérifiées dans le cas de résultats non satisfaisants et éventuellement modifiées. En ce qui concerne les grades de carbure utilisés, ils dépendent des fabricants et ces derniers indiquent généralement les qualités recommandées suivant les travaux à effectuer. Bien d'autres causes peuvent conduire à des ennuis de fabrication telles que : conception des porte-outils, serrage de la pièce, manque de puissance, etc... mais comme elles ne sont pas spécifiquement imputables aux outils carbure, nous n'en parlons que pour mémoire étant donné que les remèdes à apporter sont du domaine général d'application du décolletage.

R. CLAUSSE,
Ingénieur des Arts et Métiers.

Le recuit par induction dans l'emboutissage (1)

Le chauffage par induction a été appliqué dans l'emboutissage de pièces pour châssis d'automobile.

Il s'agit de pièces en tôle d'acier de 4 à 7 mm d'épaisseur qui comportent des pliages à angle aigu. Ce travail, étant fait à froid sur presses, est assez délicat et donnait lieu à deux ennuis possibles : on constatait, dans certains cas, des criques immédiatement après pliage. Si, par contre, le métal possédait une ductibilité suffisante pour supporter sans criquer le pliage, il en résultait, néanmoins, un écrouissage local élevé donnant une fragilité qui nuit à la tenue de la pièce après sa mise en service.

La méthode, anciennement utilisée, consistait en un recuit des pièces dans un four, ce qui entraînait la nécessité de décaper la pièce recuite pour ôter la calamine, puis de la graisser.

En fait, il n'est pas nécessaire de recuire la pièce entière, mais seulement des bandes du flan correspondant aux pliages. Le chauffage par induction a permis de faire un traitement localisé pleinement satisfaisant et de supprimer le décapage et le graissage.

L'appareil employé est un générateur haute fréquence à 450 k Hz de 2.5 kW de puissance. La spire inductrice est faite en tube de cuivre de 10 mm de diamètre, coudée, mais comportant une partie rectiligne de longueur suffisante pour chauffer une bande du flan.

Les spires sont montées sur ressort pour permettre l'introduction rapide de la pièce à chauffer et assurer un écartement constant. Une plaque d'amiante placée entre la pièce et la spire évite les court-circuits et l'échauffement du tube de cuivre, par ailleurs refroidi par une circulation d'eau.

On peut, soit recuire les flans avant l'emboutissage, soit les pièces pliées.

Les pièces sont placées par deux dans l'appareil, l'opération dure 10 à 20 s, ce qui donne une cadence de production rapide.

Le chauffage par induction est mieux adapté que le système ancien de recuit au four suivi d'un décapage. Il peut être aisément inséré dans une fabrication en chaîne et a supprimé complètement les pièces défectueuses.

R. J. B.

(1) *Materials and Methods*, juin 1949.

ELECTROCHIMIE

La pratique de la superfinition (1)

La superfinition est un procédé relativement nouveau et toute documentation à ce sujet est, de ce fait, précieuse. En particulier, comme dans toutes les opérations utilisant les abrasifs, un choix judicieux de ceux-ci est primordial. L'article que nous analysons ci-après est plus particulièrement consacré aux méthodes appliquées pour leur sélection.

Le succès des opérations de superfinition dépend beaucoup des abrasifs employés. La nature de ceux-ci, la grosseur des grains, la nature et la dureté du liant, les dimensions et la forme des pierres sont autant de facteurs qui doivent être soigneusement déterminés.

Les pierres sont fabriquées avec les mêmes abrasifs, agglomérés à l'aide des mêmes liants, que ceux employés pour les meules, mais les liants sont généralement plus tendres et les grains d'abrasifs plus fins. Le liant vitrifié est le plus employé bien que, dans de rares cas, des liants élastiques ou à base de résines se soient révélés plus efficaces. La grosseur des grains, tant d'oxyde d'alumine que de carbure de silicium, varie de 120 à 600 suivant le degré de superfini désiré.

Le choix entre les deux genres d'abrasifs n'offre pas de difficulté. L'oxyde d'alumine convient pour les aciers et le carbure de silicium pour la fonte et les métaux non ferreux ; il y a peu d'exceptions à cette règle. Cependant, bien que coupant moins bien, le carbure de silicium est souvent employé sur des aciers de dureté Rockwell C inférieure à 30. D'autre part, comme le carbure de silicium peut être obtenu en grains plus petits que l'oxyde d'alumine, il est quelquefois utilisé pour l'obtention, sur des aciers durs, de surfaces particulièrement fines (0.04 microns ou moins).

La détermination de la grosseur du grain est rarement difficile. Le plus souvent, la superfinition est précédée d'un meulage donnant des différences de lecture de moins d'un micron au profilomètre et le fini désiré est de l'ordre de 0.08 microns. Pour ces opérations moyennes un grain 600 donne généralement satisfaction. Quand la rectification donne des lectures supérieures au micron ou lorsque le degré de finition ne doit pas atteindre le 1/10 de micron, un grain 500 peut être employé pour accélérer l'opération. Lorsqu'une très grande production est recherchée, l'ébauche de la superfinition peut se faire avec des grains plus gros (120 ou 150) et le travail final avec du grain 400.

Cependant, le degré de finition ne dépend pas seulement du grain de l'abrasif et de la dureté du liant mais aussi de la pression, de la vitesse de rotation et de la viscosité du lubrifiant. Les indications ci-dessous donnent le rapport de la grosseur du grain au degré de finition dans les conditions moyennes :

grain 600 :	degré de finition de	0.04	à	0.10 microns
— 500 :	— —	0.8	à	0.18 —
— 400 :	— —	0.1	à	0.25 —
— 320 :	— —	0.15	à	0.50 —

Dureté du liant

La détermination de la dureté du liant a été longtemps le problème le plus ardu de la superfinition. Sa solution a été facilitée par la notion de sa dureté Rockwell introduite par l'auteur de cet article (1). Cet essai peut être appliqué en toute confiance à des pierres de grain plus fin que 320. Pour des grains plus gros il peut être inégal, du fait qu'un nombre variable de ceux-ci peut être mis sous pression mais cependant il peut encore donner une base acceptable.

La dureté Rockwell des pierres est prise avec une bille de 3.175 mm de diamètre sous une pression de 60 kg. L'opérateur ne doit pas attendre que l'aiguille soit stabilisée ; il doit libérer le poids aussitôt qu'elle a atteint le point le plus bas. La dureté est lue sur la graduation en rouge et est désignée sous l'appellation de Rockwell H. Les pierres abrasives ne peuvent être d'une dureté absolument uniforme comme l'acier. Une bonne pierre de dureté moyenne peut donner sur 8 ou 10 essais des différences de lecture de 10 points. Cet écart peut même être plus grand pour des duretés de liant inférieures à 40 Rockwell H mais est généralement moins fort pour des duretés moyennes de 60 à 80.

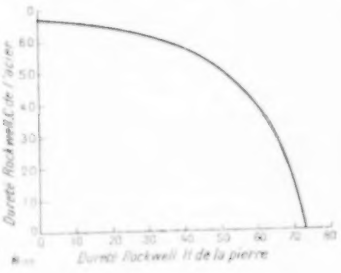


Fig. 1. — La courbe indique les duretés Rockwell H des pierres à employer pour la superfinition d'aciers de diverses duretés. Les conditions d'emploi sont les suivantes :
Oscillations : amplitude 3 mm ; fréquence : 150.
Grain des pierres : 600.
Vitesse circonférentielle de la pièce : 15 m/mn.
Pression sur la pierre : 14 kg/cm².
Différence de lectures au profilomètre : 0.08 micron.

(1) *The Machinist*, 5 novembre 1949.

La figure 1 indique les duretés Rockwell H des liants vitrifiés recommandés pour la superfinition de pièces en acier de différentes duretés d'un diamètre supérieur à 13 mm sous certaines conditions d'emploi et pour un fini déterminé. Il sera possible de l'adapter à des modifications dans les conditions d'emploi en tenant compte des observations suivantes :

— Pour des diamètres de moins de 13 mm, la dureté des liants doit augmenter avec la diminution des diamètres.

— Des surfaces interrompues telles que tourillons avec rainures de graissage, arbres cannelés ou, comme exemple extrême, alésoirs, demandent également une dureté de liant augmentant avec l'importance des interruptions.

— A des surfaces grossièrement rectifiées correspondent également des liants plus durs, de l'ordre de 5 points Rockwell, que celles indiquées.

— Lorsqu'il y a déplacement transversal les liants doivent être plus durs que pour des travaux courts n'en nécessitant pas.

— Les parties coniques doivent être superfinies avec des liants de dureté Rockwell H de 65 à 80.

Les duretés des liants des pierres en carbure de silicium employées à la superfinition des aciers sont approximativement les mêmes que pour l'oxyde d'alumine. Il n'a, par contre, pas été possible d'établir de relations entre la dureté des liants des pierres en carbure de silicium et celle des fontes ou métaux non ferreux. A titre d'indication les essais peuvent être commencés avec des pierres de dureté Rockwell H 50 à 60. La dureté sera ensuite modifiée d'après l'observation des conditions de coupe.

Forme des pierres

Bien que des pierres de forme spéciale soient parfois nécessitées par des raisons de haute production, on utilise généralement des bâtons de forme rectangulaire ou carrée dont les dimensions correspondent à celles des diamètres à superfinir comme indiqué ci-après :

Pierre de 6 × 7 mm	pour diamètres de	0 à 11 mm
— 7 × 12 —	—	11 à 14 —
— 12 × 16 —	—	14 à 22 —
— 19 × 19 —	—	22 à 32 —
— 25 × 25 —	—	32 à 75 —

Pour de plus gros diamètres, on emploie généralement deux pierres dans un support double. Ces pierres ont une section de 19 × 19 pour des pièces de 75 à 175 mm de diamètre et 25 × 25 pour des diamètres supérieurs. Ces dimensions ne sont d'ailleurs données qu'à titre d'indication et peuvent être modifiées légèrement au gré des disponibilités.

Certaines conditions peuvent conduire à modifier la forme de la partie travaillante de la pierre. Par exemple, la nécessité d'obtenir une forme rigoureusement cylindrique ou même légèrement bombée, comme c'est le cas pour certains tourillons ou manetons, lorsque la pierre ne débouche pas, conduit à donner à l'extrémité de celle-ci la forme d'un H perpendiculaire à la génératrice. Egalement lorsque la pierre opère à la fois sur une partie lisse et une partie comportant des trous ou des entailles, la section de la pierre travaillant cette dernière zone doit être diminuée de largeur pour tenir compte du fait que les arêtes avivent la pierre et lui donnent le comportement d'une pierre à liant plus tendre. Si les parties différentes sont longues et que le travail se fasse par chariotage, il faut naturellement faire varier les conditions de travail pour chacune.

Processus de coupe

Le procédé peut servir, non seulement à obtenir une surface lisse mais aussi, dans certains cas, à obtenir des traits croisés donnant au profilomètre des variations de 2 microns et plus. Pour obtenir ce résultat il y a lieu d'utiliser des pierres d'une dureté inférieure de 10 points Rockwell H à celle utilisée pour la superfinition et de ralentir, dans une proportion à déterminer par expérience, la vitesse de rotation de la pièce.

Il y a lieu, dans ce cas, de tenir la pierre avivée, mais lorsque, comme c'est le cas le plus fréquent, on désire obtenir une surface aussi lisse que possible, il faut sélectionner les pierres en vue du processus indiqué ci-après :

Lorsque la pierre est mise en action, elle entre tout d'abord en contact avec les parties saillantes de la surface. A ce moment, la pression par unité de surface est élevée du fait que les parties saillantes ne représentent qu'une faible partie de la surface théorique et les grains d'abrasif rompent facilement le film de lubrifiant. Si la dureté du liant est convenable, la pierre doit, à ce moment, s'user dans une certaine mesure par arrachement des grains émoussés qui sont évacués par le lubrifiant et permettent aux grains neufs, ainsi découverts, d'entrer en action et d'enlever des copeaux relativement importants. Au fur et à mesure de la réduction des saillies, la surface de contact augmente, la pression par unité de surface diminue proportionnellement et les grains usés demeurent en action de plus en plus longtemps. Ces grains émoussés enlèvent naturellement des copeaux plus petits qui, à la fin de l'opération, sont tellement fins qu'ils sont oxydés immédiatement et se déposent, sous la forme d'oxyde de fer pulvérulent, dans les pores de la pierre, annulant pratiquement l'action de l'abrasif. Cet état de la pierre est nécessaire à l'obtention d'un aspect glacé du travail et se caractérise pratiquement par une coloration noire de la partie en action de la pierre, qui est l'indice d'une sélection correcte du liant de celle-ci. La mise en action de la pierre sur une surface rugueuse détruira d'ailleurs cette couche glacée, mettra à jour des grains aigus et le cycle décrit précédemment recommencera. Il est bon de rappeler que

ce cycle est très rapide car la superfinition, malgré ses résultats aussi précieux que spectaculaires, est une opé-

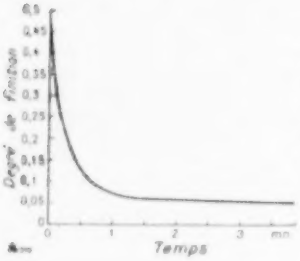


Fig. 2. — La courbe indique la durée d'obtention de certains degrés de finition sur une pièce de 32 mm de diamètre et 50 mm de long en acier de dureté Rockwell C 13 par l'action d'une pierre de dureté Rockwell H 60 en oxyde d'alumine, grain 600, liant vitrifié. La faible longueur de la pièce exclusit le déplacement longitudinal.

ration de grand rendement comme le montre le graphique de la figure 2.

Il est nécessaire, pour obtenir ce cycle, de maintenir une étroite relation entre la dureté du liant de la pierre et celle du métal. Une pression déterminée sur la pierre forcera indubitablement les grains d'abrasif plus profondément dans du métal doux que dans du métal dur, provoquant ainsi un arrachement plus rapide des grains et un avivage de la pierre qui prévient la formation de la surface glacée de celle-ci, nécessaire à la phase ultime de l'opération. Par contre un liant trop dur, en regard d'un métal dur, s'opposera à l'arrachement des grains usés au début de l'opération et augmentera la durée de celle-ci. La règle d'utilisation est donc la même que pour le meulage et peut se résumer : à métal dur, liant tendre ; à métal doux, liant dur.

La connaissance de l'action de l'abrasif décrite ci-dessus doit permettre d'adapter cette règle à chaque cas particulier. Il existe d'ailleurs des moyens d'influencer, dans certaines limites, la conduite de l'opération en dehors de l'appropriation, aussi exacte que possible, de l'abrasif au métal et aux dimensions de la pièce.

Par exemple, sur des pièces étroites pour lesquelles il n'est pas nécessaire d'employer le déplacement longitudinal, une augmentation de la pression ou une réduction de la vitesse de rotation, ou les deux combinés, peut compenser dans une certaine mesure une dureté exagérée du liant de la pierre. Si aucune de ces modifications, et à plus forte raison la combinaison des deux, ne permet d'atteindre le résultat cherché, la pierre est manifestement trop dure et doit être changée.

Quand l'enlèvement de métal est trop rapide, il y a lieu de réduire la pression ou d'augmenter la vitesse de rotation. Si ces modifications ou la combinaison des deux ne suffisent pas, il faut recourir à une pierre plus dure.

Un moyen de faire couper la pierre plus rapidement est d'arroser juste assez pour mouiller la pièce puis de couper l'arrivée du lubrifiant. Une certaine quantité de débris s'accumule ainsi entre la pierre et la pièce et favorise l'arrachement des grains émoussés. Le flux de lubrifiant doit être rétabli dès que les traces de rectification ont disparu.

Le lubrifiant est généralement à base de pétrole ou d'huile minérale légère auxquels on ajoute de 5 à 15 % d'huile minérale épaisse. En réduisant le pourcentage de cette dernière, on accélère l'enlèvement du métal aux dépens du poli de la surface et vice-versa. Cependant, cette méthode de compensation est plus compliquée, et par conséquent moins recommandable, que la modification de la pression sur la pierre ou des vitesses de rotation.

J. T.

Un poinçon pour petits diamètres (1)

Les poinçons pour petits diamètres cassent souvent au raccord de la partie cylindrique avec la partie conique. Cet inconvénient peut être supprimé par le poinçon suivant.

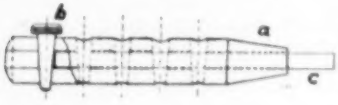


Fig. 1. — Poinçon pour petits diamètres.
a, Montage de l'outil. — *b*, Goupille conique. — *c*, Poinçon rapporté en acier Stub.

La monture *a* de l'outil a un alésage cylindrique suivant son axe longitudinal. Le perçage se fait des 2 côtés permettant ainsi l'utilisation d'un foret de série normale et une évacuation plus facile des copeaux. Transversalement à l'alésage et de 10 en 10 mm on perce des trous coniques. Dans le dernier du haut est emmanchée une goupille conique *b* à tête moletée. Cette goupille trempée entièrement subit un revenu du côté tête. Le poinçon rapporté *c* en acier Stub est également trempé. Par suite de cet assemblage, une cassure est plus rare. Si cela arrive, il est facile d'avancer le poinçon rapporté et de mettre la goupille dans le trou suivant. Le prix de revient de cet outil est un peu plus élevé mais aussi il est plus facile à remettre en état. Un poinçon normal nécessite toujours un recuit, un tournage et une nouvelle trempe et chaque fois il perd de sa longueur.

F. G.

(1) *Osterreichischer Machinenmarkt*, 15 mai 1919.

ÉLECTRICITÉ ET ÉLECTRONIQUE

LE BRASSAGE PAR INDUCTION DANS LES FOURS SIDERURGIQUES ELECTRIQUES (1)

L'obtention d'un contact intime et d'une réaction rapide entre le bain d'acier et les scories a toujours entraîné des difficultés, aussi bien dans des fours à arc que dans des fours à sole. L'*Aséa* a résolu récemment le problème par la création d'un agitateur à induction. Cet appareil applique le principe du champ

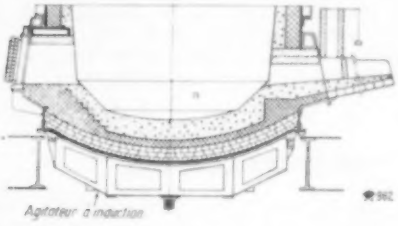


FIG. 1. — Disposition schématique d'un agitateur à induction.

tournant des moteurs électriques, et fait parcourir la charge par un champ de cette nature. La méthode ne nécessite aucune tige et aucune électrode à l'intérieur du four. Elle évite donc toute cause spéciale d'usure et de contamination de la charge. Deux installations de ce type, l'une à Hagfors et l'autre à Surahammar ont montré que la méthode est économique, qu'elle donne une meilleure qualité et une meilleure homogénéité de la charge et qu'elle facilite le traitement des scories, ainsi que le réglage des températures.

Le four de Surahammar, qui est de 10 t, utilise un moteur de 63 kW. Il donne, aux deux phases de l'agitateur, une puissance apparente totale de 105 kVA dont la plus grande partie est réactive. Les pertes dans la culasse sont de 40 kW et l'échauffement de la charge par l'agitateur est insignifiant. L'agitateur a l'aspect d'un secteur périphérique d'un grand moteur à courant alternatif. — Celui du four de Hagfors est notablement plus grand que celui de Surahammar. Il est refroidi à l'eau et le groupe moteur générateur est refroidi à l'air. De plus, on pratique une injection d'air entre l'agitateur et le pied du four.

On a fait remarquer que l'on ne doit pas faire tourner la charge autour de l'axe du four, car cette forme d'écoulement ne produit pas de brassage dans le sens radial ou vertical. L'agitateur *Aséa* évite ces inconvénients en entraînant la charge suivant un diamètre du four, sous l'action de forces horizontales et parallèles. La charge retourne ensuite à son point de départ en décrivant des demi-cercles sous l'effet de l'énergie cinétique acquise. Dans les deux installations suédoises mentionnées, on a estimé qu'il était avantageux d'orienter l'écoulement du fond depuis la porte de chargement vers la sortie de déversement au cours de la scorification. Si l'on inverse le sens d'écoulement de la charge de temps à autre au cours de la période d'affinage, la zone de mélange se déplace alternativement de la porte de chargement à l'ouverture de vidange, et inversement, ce qui améliore le brassage et accélère la réaction des scories. On pourrait améliorer cette méthode en s'arrangeant pour que l'agitateur et le four puissent tourner l'un par rapport à l'autre. Dans la pratique il semble que l'on puisse modifier le type de mouvement d'un four à un autre.

Le nouveau type d'agitateur n'exerce aucune influence sur la période de fusion. Au cours de la période d'oxydation, il accélère la décarburation, et permet d'obtenir des aciers ayant à la fois une faible teneur de carbone et une faible teneur d'oxygène. L'agitateur électromagnétique produit son effet principal au cours de la période d'affinage, du fait que le contact entre métal et scories est plus intime. La surface de contact direct entre scories et métal étant majorée, il en résulte que les réactions chimiques sont plus rapides. L'élimination des sulfures s'effectue également plus rapidement. On économise couramment 20 à 30 minutes sur l'opération.

L'agitateur électro-magnétique facilite considérablement l'enlèvement des scories. Le mouvement pris par la charge a pour effet d'accumuler ces scories près de l'ouverture de vidange, ce qui permet de les enlever très facilement. Enfin, l'utilisation de cet agitateur majore la basicité moyenne de la scorie d'affinage.

Des analyses de prélèvements ont montré que l'ensemble de la charge est plus homogène quand on utilise ce nouveau type d'agitateur. Il en résulte que la prise de prélèvements pour analyse est simplifiée.

M. Y.

(1) *Iron Age*, 22 septembre 1949.

CONTROLE AUTOMATIQUE DES ÉLECTRODES DANS LES FOURS A ARC (1)

Au début de la fusion, le courant doit être fourni avec une intensité plus élevée qu'au moment où l'on atteint un bain de métal semi-liquide. Quand la fusion est complète, le bain est beaucoup moins agité qu'au début et le courant doit être moins puissant encore.

Tout dispositif de commande d'électrode comprend deux parties :

(1) *Metallurgia*, janvier 1950.

a) Le dispositif électrique qui doit tenir compte des variations d'intensité et de tension et actionner en conséquence la commande mécanique.

b) Le dispositif mécanique élevant ou abaissant les électrodes.

De nombreux auteurs se sont penchés sur cette question et diverses solutions ont été mises en application. Stansel, par exemple, dans une conférence à l'A. I. M. E., a décrit deux dispositifs, l'un intermittent, l'autre continu, tous deux automatiques.

La puissance admise dans chaque électrode est généralement contrôlée par rhéostat, ce terme englobant tout potentiomètre réglable. La figure 1 donne le schéma

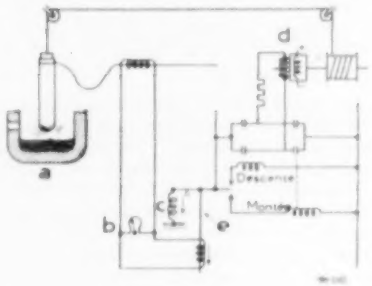


Fig. 1. — Principe d'un régulateur intermittent. *a*, Four. — *b*, Rhéostat. — *c*, Ressort. — *d*, Moteur électrique et treuil. — *e*, Contact forçant relai.

d'un réglage intermittent. Toute augmentation ou diminution de courant dans le circuit du four au delà des limites fixées actionnera un relai qui fermera le circuit du ou des moteurs commandant le ou les treuils qui abaisseront ou relèveront les électrodes. Il en résultera une correction intermittente de la longueur de l'arc, maintenant une valeur moyenne du courant dans le circuit.

La figure 2 donne le schéma d'un réglage continu. Le principe consiste à opposer la tension d'un transformateur dans le circuit du four à une tension de référence. Cette dernière est obtenue par un redresseur *c*, tandis que la tension qui s'y oppose est fournie par un autre redresseur *c*. La tension du premier, fonction de la tension entre l'électrode et la paroi du four, tend à envoyer le courant à un générateur amplidyne destiné à abaisser l'électrode. La tension du second tend à envoyer le courant en sens inverse et à relever l'électrode. Le mouvement de cette dernière est ainsi déterminé par la valeur relative des deux tensions. Ce procédé tient compte de la tension et de l'ampérage et règle en permanence la longueur de l'arc au mieux du réglage initial fixé, ou suivant les variations nécessitées par l'opération effectuée.

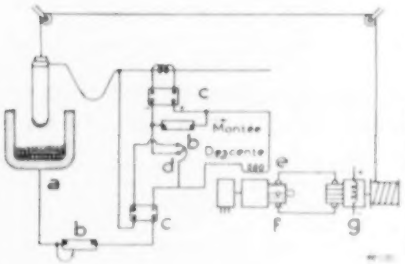


Fig. 2. — Principe d'un régulateur continu. *a*, Four. — *b*, Résistances. — *c*, Redresseurs. — *d*, Rhéostat. — *e*, Self. — *f*, Amplidyne. — *g*, Moteur électrique et treuil.

A côté de ce dispositif amplidyne, on peut également citer le système d'*Allis Chalmers* qui possède des génératrices de courant continu séparées pour chaque électrode, et le système statique de la *Westinghouse*, à commande électronique, employé sur le four *Birlec*. Il peut être combiné avec tous dispositifs de relevage des électrodes, soit mécaniques, soit hydrauliques.

D. Y. G.

MOTEURS CONSTAN

Faute de place, dans notre dernier numéro, nous n'avions pu rendre compte de l'exposition des Moteurs *Constan* à la Foire de Paris 1950.

On trouvait sur le stand la gamme désormais classique des *électro-meules* normalisées de 150 à 610 mm. Afin de la compléter, les Moteurs *Constan* ont présenté cette année un nouveau modèle type « 309 », équipé d'une meule de 400, alésage 127 et d'un lapidaire de 300 à serrage mécanique, ou de 355 à fixation par écrous noyés, broche électrique puissance 3 ch à 1 500 t/mn.

Dans le département *perceuses* (capacité 6 à 32/40 mm), il y a lieu de signaler en particulier le modèle type « 557 », capacité 18/20 mm, à 8 vitesses de broche et le modèle type « 586 » capacité 32/40 mm, à vario-réducteur, donnant une plage continue de vitesses (rapport 1 à 16).

En outre, les Moteurs *Constan* présentent cette année, une *nouvelle perceuse*, type « 567 », à tête orientable, broche au cône morse n° 2, vario-réducteur et dispositif de descente automatique.

Le « *poste d'affûtage rationnel* » *Constan* comprenant une affûteuse d'ébauche à meules au carbure de silicium type « 238 », et une affûteuse de finition à meules diamant type « 178 » a attiré tout spécialement l'attention, car il représente l'aboutissement des techniques les plus modernes de l'affûtage.

Enfin, nous citerons encore la gamme normalisée U. S. E. des *moteurs série* « blocacier » (flasques en acier embouti massif) s'échelonnant de 1/6 à 15 ch, caractérisée par une puissance massique élevée.

A.

TRAVAIL PAR DÉFORMATION

MATRICE PROGRESSIVE A DOUBLE USAGE

Les pièces représentées sur les figures 1 et 2 sont à exécuter en petites séries et ne présentent que peu de différence entre elles comme on peut s'en assurer

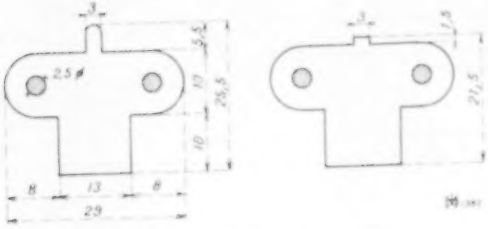


Fig. 1 et 2 — Pièces à exécuter

Elles sont en laiton de 0,3 mm d'épaisseur.

Ces pièces sont exécutées sur la matrice progressive représentée sur la figure 3, la seule particularité de

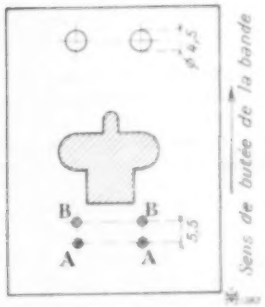


Fig. 3 — Matrice progressive

cette matrice étant les deux jeux de trous de poinçonnage *AA* et *BB*, le poinçon de découpage du flan étant unique et servant aux deux pièces 1 et 2.

Pour produire les pièces 1, on place les poinçons de perçage dans la position *AA* et *on pousse* la bande contre la butée suivant la flèche de la figure 4, *en sens inverse de l'avance* de la bande.

Pour produire la pièce 2, on place les poinçons de perçage dans la position *BB* et *on tire* la bande dans le sens de la flèche de la figure 5, dans le *sens de l'avance de la bande*.

On remarquera que la première pièce est semblable à la pièce 1, mais que les pièces suivantes ont leur bec coupé par la découpe précédente, conformément à la figure 2.

Dans cet outillage, le diamètre des butées doit être déterminé avec précision pour obtenir des pièces aux cotes dans les deux cas.

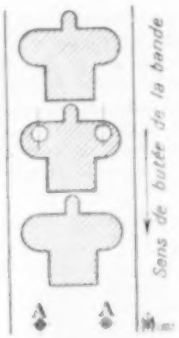


Fig. 4 — Disposition pour l'exécution de la pièce de la figure 1

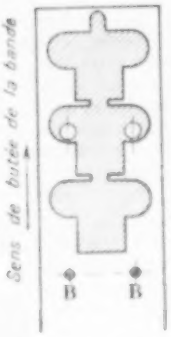


Fig. 5 — Disposition pour l'exécution de la pièce de la figure 2

Il suffit de remarquer que la distance des deux jeux de trous *AA* et *BB* doit être égale à la différence de longueur des deux pièces 1 et 2 soit 25,5 — 21,5 = 4 mm augmentée de la cloison entre les découpes soit 1,5 mm; on a donc : 4 + 1,5 = 5,5 mm.

Le diamètre des butées sera donc égal à la différence entre la largeur de 10 mm et la cote de 5,5 ce qui donne un diamètre de 4,5 mm pour les butées.

L'outillage ainsi conçu économise plus de 50 % du prix de deux matrices progressives.

Le seul inconvénient de cet outillage est la perte de métal que l'on est obligé de consentir, puisqu'on ne peut pas imbriquer les flans l'un dans l'autre à la manière habituelle, étant donnée la construction particulière de cette matrice à double usage. Cet inconvénient est du reste de peu d'importance, étant donnée la faible épaisseur du métal et le petit nombre de pièces à faire.

S. R.

SOUDAGE ET OXYCOUPAGE

UTILISATION DE BLOCS DE CARBONE POUR LA LOCALISATION DES SOUDURES (1)

Le carbone, sous forme de blocs, plaques, roudins et pâtes, est utilisé, depuis quelque temps déjà, pour limiter la coulée du métal d'apport. Il joue ainsi le rôle d'un moule en donnant à la soudure une forme ou des limites bien déterminées. Un soudeur habile peut évidemment arriver aux mêmes résultats, mais dans un temps bien plus long.

Des soudures verticales peuvent être exécutées avec un minimum d'aléas en utilisant cette technique. On se sert pour cela de plaques de carbure de 25 mm d'épaisseur environ posées à plat à la partie inférieure de la soudure. Ces plaques retiennent le métal en fusion pendant la fusion des bords du chanfrein. Au fur et à mesure de la montée de la soudure, de nouvelles plaques sont superposées comme l'indique la figure 1.

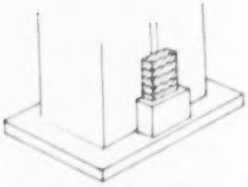


Fig. 1. — Les soudures verticales sont simplifiées par l'utilisation des blocs de carbone formant réservoir pour le métal fondu.

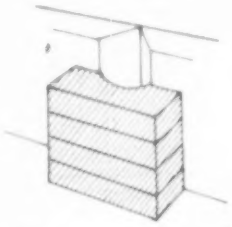


Fig. 2. — Le renforcement d'une soudure peut être obtenu à l'aide de blocs de carbone usinés à la forme de celui-ci.

Pour limiter le nombre de celles-ci, on les remplace à la partie inférieure par des briques réfractaires. Pour éviter enfin le recul des plaques de carbone celles-ci sont appuyées contre les parois des parties à souder par des briques ou des morceaux d'acier carré. On peut aussi, en profilant les plaques, obtenir un renforcement de la soudure (fig. 2).

Il semblerait que les plaques de carbone puissent être remplacées par de l'acier ou des briques réfractaires, mais l'un et l'autre présentent de graves inconvénients : le métal fond, s'attache à la soudure et la trempe, les briques fondent également et projettent des particules dans le métal fondu, diminuant ainsi la force de la soudure. Dans les deux cas, on obtient un aspect arraché, alors que le carbone laisse une surface unie et de métal doux.

(1) *The Machinist*, 5 mars 1949.

Lorsqu'il s'agit de reconstruire des dents d'engrenage, de grandes difficultés sont rencontrées, principalement au commencement du travail, où, en fondant le métal

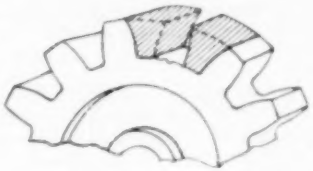


Fig. 3. — La forme d'une dent d'engrenage à reconstituer peut être obtenue en utilisant deux blocs de carbone à la forme des creux.

de l'engrenage, on tend à boucher le fond des dents. Les figures 3 et 4 indiquent deux moyens différents

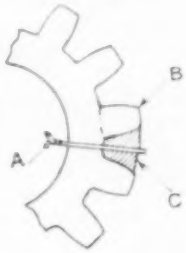


Fig. 4. — Un support, pour la reconstitution d'une dent d'engrenage, peut être un simple bloc, à la forme d'un creux, placé dans celle-ci.
Légende : *A*, fil de métal maintenant le bloc. — *B*, dent à reconstituer. — *C*, bloc de carbone.

de réaliser cette opération plus rapidement tout en obtenant une dent lisse et nécessitant un minimum de retouches.

La figure 5 indique le moyen de rapporter un bras d'un engrenage, le carbone profilé servant de moule.

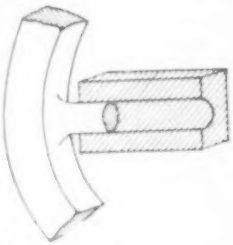


Fig. 5. — Un moule en carbone rend possible la reconstitution d'un bras d'engrenage.

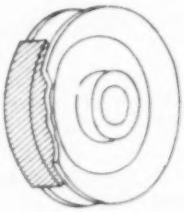


Fig. 6. — Une gorge de poulie peut être réparée en mettant dans la gorge, en face de la partie cassée, un bloc de forme. Celui-ci est mis en forme grossièrement à la lime et fini par frottement dans la gorge.

Les figures 6 et 7 se rapportent à des apports de métal conservant la forme des parties adjacentes, une

gorge pour la figure 6, un alésage pour la figure 7. Il est même possible, par cette méthode, de reconstituer des filets dans un alésage. Pour cela, la pièce mâle est vissée dans la partie restante de l'alésage et le morceau cassé est centré également sur le filetage mâle. Les deux parties sont ensuite bridées ensemble et la pièce mâle retirée. Il ne reste plus qu'à dévisser la pièce mâle et à la remplacer par un rondin de carbone sur lequel on forme le filet par un

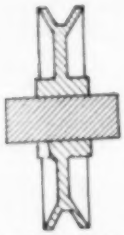


Fig. 7. — Un rondin de carbone, mis dans un alésage, permet de reconstituer une paroi de celui-ci sans entraîner de retouche appréciable.

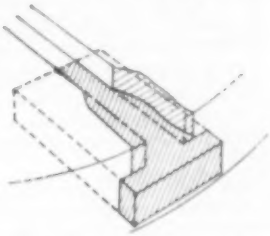


Fig. 8. — La réparation d'une lèvre de la rainure d'un mandrin devient une opération facile si on ajoute soigneusement un bloc de carbone dans la rainure.

vissage prudent ; enfin, le morceau cassé, enlevé à son tour, est reconstitué par de la soudure après qu'on ait chanfreiné le bord de la cassure par meulage ou par fusion.

Quand on ne dispose pas de machines-outils pour usiner la soudure, ou si celle-ci est faite sur une pièce importante, il y a intérêt à reconstituer la partie adjacente par un bloc de carbone soigneusement mis en forme, ce qui peut se faire facilement à la fraise ou à la lime. C'est le cas, par exemple, des rainures à T dans les tables de machines-outils. Le bloc de carbone est ensuite mis en place et la soudure exécutée.

La figure 8 représente ce procédé appliqué à la réparation d'un mandrin à trois mors ; cette application est probablement la plus intéressante.

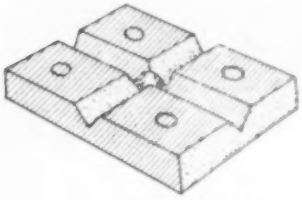


Fig. 9. — Une plaque de carbone usinée, comme l'indique la figure, est un accessoire précieux pour souder des rondins en bout ou d'équerre. Des trous servent au bridage de pièces devant se souder verticalement.

Pour la soudure de petites pièces, il y a toujours intérêt à poser celles-ci sur une plaque de carbone au lieu d'employer une brique réfractaire. Outre qu'on évite les inconvénients, déjà signalés, de ce genre de support, on a la possibilité de coller les morceaux à leur position de soudure. Cela se fait à l'aide de pâte de carbone étendue sur la plaque et qui peut être conservée, prête à l'emploi, dans un graisseur à piston.

Un accessoire intéressant, dans le même ordre d'idées, est montré par la figure 9. Il consiste en une plaque fraisée de rainures en V perpendiculaires, particulièrement précieuse pour le soudage en bout ou d'équerre de pièces rondes. Un trou est percé au milieu pour l'écoulement de la soudure et quatre autres trous, dans l'intervalle des rainures, pour le bridage, quand on travaille en position verticale.

J. T.

QUELQUES MOYENS POUR RÉDUIRE LE PRIX DU SOUDAGE A L'ARC (1)

La réduction du prix de soudage d'une pièce donnée peut se faire à la fois en diminuant le poids de métal déposé et en gagnant sur le temps de soudage.

Dessin des assemblages soudés

Il importe de choisir comme *matériau de la pièce* un métal soudable suivant une technique courante et avec des électrodes normales. La *forme et la dimension* du matériau agissent fortement sur le prix de soudage. Les forges fournissent maintenant des profilés bien adaptés pour l'assemblage par soudage.

Le dessinateur doit étudier la *forme du joint* la plus économique. Le joint le moins cher est celui qui nécessite le minimum d'usinage de préparation, de métal déposé et qui peut être soudé à plus grande vitesse. Soit une soudure en bout à pénétration totale. On peut la faire sans usinage (fig. 1) mais il faut une passe recto

Fig. 1. — Différentes méthodes de soudage en bout : sans usinage, en V simple et en V double.

et une verso ; ce joint consomme le minimum d'électrodes. Le joint simple en V demande plus d'usinage et plus d'électrodes. Le joint double en V demande plus d'usinage, mais consomme moitié moins d'électrodes que le joint simple. Le dessinateur doit aussi tenir compte de l'emplacement du joint, il doit veiller à ne pas le loger dans des endroits difficilement accessibles. La figure 2 donne des exemples de ce qu'il ne faut pas faire.

D'autres points doivent être examinés : *l'épaisseur du cordon* ne doit pas être plus forte qu'il n'est nécessaire pour la résistance de l'assemblage ; une série de *cordons espacés* est plus économique qu'un cordon continu ; par

(1) *Iron Age*, 6 octobre 1949.

contre *un petit cordon continu* consomme moins de métal que plusieurs cordons épais. Un cordon de 150 mm de long et 6 mm de haut consomme moitié moins de métal qu'un cordon de 75 mm de long sur 12 mm de haut et est tout aussi résistant.

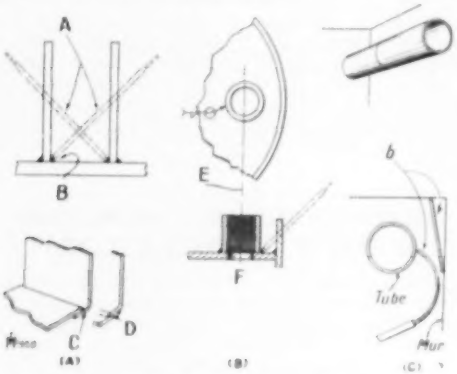


FIG. 2. — Des soudures prévues en des emplacements peu accessibles coûtent plus cher. Il faut prévoir la place nécessaire pour la manipulation de l'électrode à l'inclinaison convenable.

A : Pour faire ces cordons il faut pouvoir placer l'électrode à 45° — *B* : Facile à dessiner mais la deuxième soudure sera difficile à faire — *C* : Très difficile — *D* : Facile — *E* : Il est facile d'écrire « souder tout autour » mais on sera trop près du bord pour loger l'électrode — *F* : Ne permettra pas de faire une soudure étanche — *G* : Ne pas placer des soudures de tube près de murs rendant un ou deux côtés inaccessibles. Cette soudure nécessite une électrode soudée et un miroir.

On peut *supprimer le meulage* en logeant les cordons dans des parties intérieures de l'assemblage où ils sont hors de la vue, ou bien dans des endroits accessibles au sablage et pouvant être peints commodément.

On peut réduire *le nombre de soudures* par l'emploi de pièces en forme : le pliage coûte moins cher que le soudage, certaines pièces sont plus économiques faites par moulage.

Il faut aussi *réduire les causes de déformation*, celles-ci nécessitant du planage ou de l'usinage. L'emploi de petits cordons intermittents diminue la distorsion. Il y a intérêt à loger les cordons près de l'axe neutre. On peut aussi équilibrer les déformations en plaçant les cordons symétriquement par rapport à l'axe neutre.

PROCÉDÉS DE FABRICATION

Il faut *choisir le procédé de soudage le plus économique*. L'arc alternatif est plus économique pour les fortes épaisseurs ; le courant continu est avantageux pour les tôles. Pour de grandes séries de pièces, on peut s'adresser à l'arc automatique qui est trois fois plus rapide et donne une plus forte pénétration.

Pour *la préparation des bords* la cisaille ou la découpe sur presse sont moins chers que l'usinage. La coupe au chalumeau peut être utilisée. Il faut réserver l'usinage pour les pièces de précision.

Un *montage soigné* des pièces réduisant le jeu dans le joint permettra des économies de métal déposé et de temps. Si, par exemple, un jeu de 0,8 mm est prévu au dessin et si, à l'atelier, on laisse 3 mm, la vitesse de soudage est réduite de moitié.

Il y a intérêt à *décomposer la pièce en sous-assemblages*. Le soudage, le contrôle, les temps de préparation en seront facilités. On pourra augmenter le rendement du soudeur, un aide préparant une pièce tandis que lui-même en soude une autre.

Il faut tenir compte de la *position de la pièce*. Une soudure horizontale se fait quatre fois plus vite qu'une soudure verticale. Il y a intérêt à construire des montages permettant de maintenir la pièce à souder horizontale.

Un *contrôle judicieux* concourt à la réduction du prix. Le contrôleur vérifie le bon accostage des pièces à souder, le type d'électrode et le courant utilisé. La surveillance de l'opération de soudage renseigne davantage le contrôleur sur la qualité de la soudure que la mesure de l'épaisseur du cordon fini.

EXÉCUTION DU TRAVAIL

Il faut choisir avec soin le *diamètre de l'électrode*. Plus le diamètre est grand, plus forte sera l'intensité du courant, meilleure sera la pénétration et plus réduit le coût de la soudure. De même pour le *type d'électrode*, qui doit être adapté au travail. Certaines électrodes ont un laitier gênant qui réduira la vitesse de soudage ; certaines électrodes ont un mauvais rendement en métal déposé. La *polarité* a une influence sur le coût du soudage. Avec l'électrode négative, la fusion est plus rapide ; cette polarité convient pour charger les cordons ou pour des espacements trop grands entre pièces. Avec l'électrode positive les pièces sont plus chaudes que l'électrode.

La *longueur de l'arc* a une forte incidence sur le prix de revient. Il faut tenir un arc court et, si possible, la pointe de l'électrode en contact avec la pièce : la vitesse de soudage est plus grande et on peut employer une plus grande intensité sans augmenter la tension appliquée sur l'arc.

Le soudeur doit s'efforcer d'user *l'électrode le plus loin possible* pour réduire la chute. Par exemple, avec une électrode de 355 mm de long et avec des chutes de 50 mm, il faut 1,6 kg d'électrodes pour déposer 1 kg de métal ; si, par négligence, le soudeur fait des chutes de 200 mm, la consommation d'électrodes monte à 3,2 kg.

Il faut utiliser les *générateurs au maximum de rendement*. Faire débiter un fort courant à de petits générateurs peut coûter cher. Enfin, il faut utiliser un matériel construit pour permettre un bon réglage des facteurs de soudage.

R. J. B.

LES MACHINES QU'IL FAUT CONNAITRE

NOUVEAUX APPAREILS A CONTROLER LES ENGRENAGES MAAG

La **Société des engrenages Maag** à Zurich (Suisse) est, depuis longtemps, spécialisée dans la construction des machines à tailler et à rectifier les dentures extérieures des engrenages cylindriques droits et hélicoïdaux. Cette importante firme fabrique également des appareils servant à mesurer et à contrôler les dentures des engrenages en général. La présente note a pour but d'attirer l'attention sur les perfectionnements apportés récemment à ces appareils devenus classiques, et de faire connaître les appareils nouvellement lancés sur le marché.

1° Perfectionnements aux anciens appareils Maag

a) Les anciens appareils à vérifier les profils des dentures des engrenages cylindriques droits et hélicoïdaux, types **FPV-40** et **FPV-60**, sont toujours fabriqués tels quels. Cependant, ils ont été perfectionnés et deviennent respectivement les types **FP 50** et **FP 60**, avec les caractéristiques suivantes :

- adjonction d'un volant permettant de déplacer verticalement le dispositif enregistreur.
- rapport d'amplification variable de 400/1 à 1000/1.
- échelle permettant de lire la course de génération.
- pression de contact entre la règle et le disque de base réglée par un rochet.

b) Les appareils **TME-1** et **TME-2**, destinés à mesurer le pas normal des dentures des engrenages cylindriques droits et hélicoïdaux, ne s'appliquaient pas à d'autres dentures. Moyennant quelques dispositifs très simples, type **TMSK** (fig. 1), ces appareils s'appliquent aux engrenages coniques, aux vis sans fin et aux roues de vis.

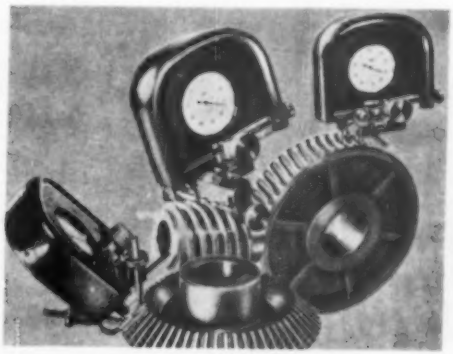


Fig. 1. — Appareil TME muni de dispositifs spéciaux type *TMSK* pour adaptation aux engrenages coniques, aux vis et aux roues de vis.

c) Pour la mesure du pas normal de très petits pignons, il est commode de maintenir l'appareil **TME-1** fixe, le nez de mesurage en haut, à l'aide d'un support, type **TMH** (fig. 2), et de présenter le pignon à la main.

Fig. 2. — Support *TMH* pour la mesure des petits pignons.

d) Les appareils, type **DAS**, à contrôler l'entr'axe et l'excentricité, peuvent être munis de supports spéciaux, type **SKA**, pour vérifier les engrenages coniques et les engrenages à vis sans fin dont l'angle des axes est de 90°.

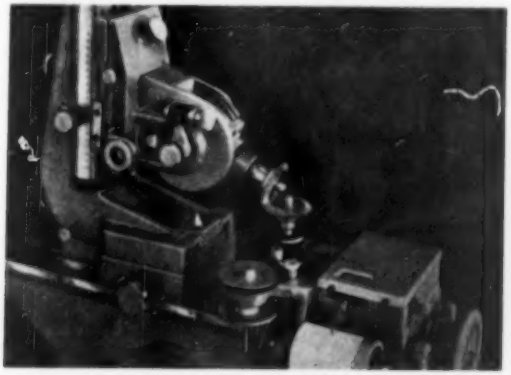


Fig. 3. — Support type *ASK* pour engrenages coniques.

Tout récemment, **Maag** a lancé sur le marché des supports type **ASK** pour engrenages coniques et à vis sans fin, dont l'angle des axes est absolument quelconque (fig. 3 et 4).

e) Enfin, nous citons des appareils nouveaux destinés à contrôler l'état de surface, types **SE-5** et **SWB-5**. Ce sont deux petits appareils qui enregistrent sur un diagramme toute inégalité, même de l'ordre du micron, sur une longueur de 50 mm.

Le type **SE-5** est destiné à vérifier la qualité des surfaces grattées, rabotées, etc... tandis que le type **SWB 5** sert spécialement à contrôler les arbres et les alésages.

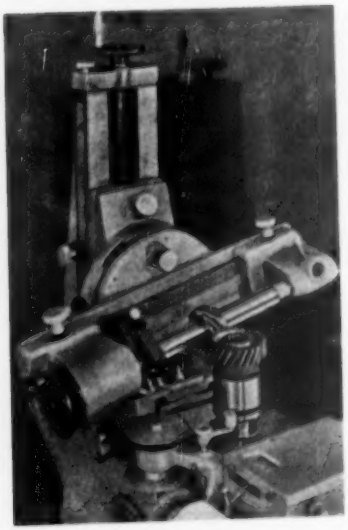


Fig. 4. — Support type ASA pour vis sans fin.

Ces appareils permettent également la vérification de surfaces non métalliques, comme le verre, le papier, les matières moulées, etc... avec des erreurs ne dépassant pas 4/100 mm.

2° Nouveaux appareils

a) Les appareils **TME** et **TMA** ne s'appliquaient qu'aux dentures extérieures. Le nouvel appareil **TMI** (fig. 5) permet de

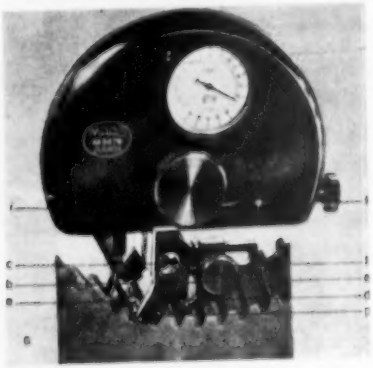


Fig. 5. — Appareil *TMI* pour le contrôle du pas des dentures intérieures.

mesurer successivement le pas normal et le pas circonférentiel des dentures intérieures droites ou hélicoïdales dont l'alésage mesuré au sommet des dents est au moins égal à 180 mm. Le même appareil **TMI** s'applique également aux dentures extérieures et sa capacité s'étend du module 1 au module 12 environ.

b) L'appareil type **HM-30** (fig. 6) ne permettait pas de mesurer l'inclinaison des dentures hélicoïdales extérieures des engrenages cylindriques de plus de 300 mm de diamètre

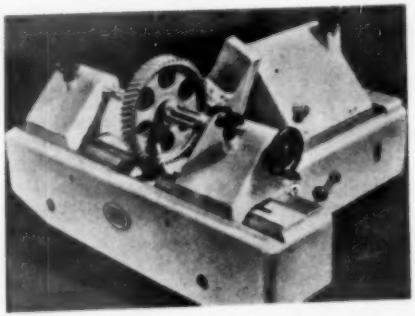


Fig. 6. — Vue frontale de l'appareil *HM 30* avec les deux chariots à pointe qui permettent une fixation rapide de la roue. Les grandes roues peuvent être contrôlées aussi sur le mandrin de rectification.

extérieur. Il comportait un dispositif optique de lecture lié à un taquet qui entrait dans le creux entre dents voisines (inclinaison maximum : 45° avec l'axe ; module de 1 à 10).

L'appareil type **HM** (fig. 7), fondé sur un principe analogue, s'applique à la mesure de l'inclinaison des dentures hélicoïdales extérieures dont le diamètre est quelconque et supérieur

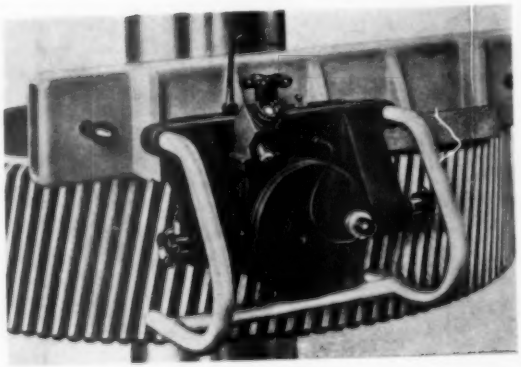


Fig. 7. — Appareil type *HM* pour la mesure de l'inclinaison des dentures hélicoïdales extérieures.

à 300 mm. Comme dans l'appareil **HM-30**, le dispositif optique assure la lecture à ± 2 secondes sexagésimales près et l'inclinaison peut atteindre 75° avec l'axe ; module 2 à 20.

B. E.

FRAISEUSE DE REPRISE CROUZET

La fraiseuse **Crouzet** (fig. 1 et 2), réalisée spécialement pour l'exécution de travaux de reprise, unit des qualités de précision

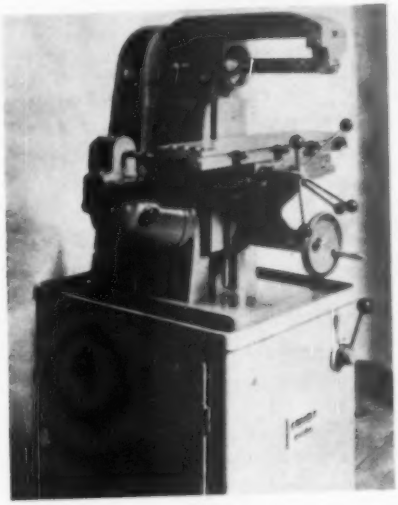


Fig. 1. — Vue d'ensemble de la machine équipée pour fraisage horizontal.

à une grande simplicité de conception. Elle peut être montée indifféremment sur un socle renfermant le moteur ou bien sur un établi assez bas.

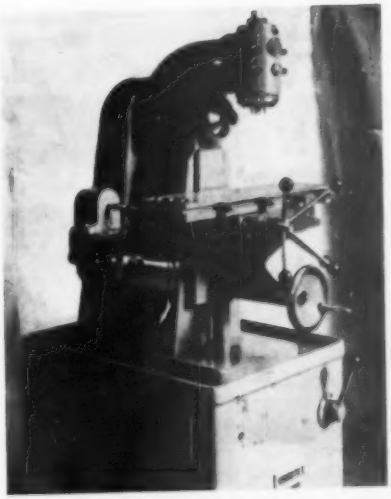


Fig. 2. — Vue d'ensemble de la machine équipée pour fraisage vertical.

La rotation de la broche est commandée par un moteur à 2 vitesses, une poulie à 2 étages et un renvoi. Par simple déplacement des courroies, il est possible d'obtenir 2 gammes de 6 vitesses s'étendant de 80 à 3 500 t/mn. La poupée peut être déplacée de 20 mm par rapport au bâti.

Normalement, les 3 mouvements de la table sont commandés à la main. Les courses sont respectivement de 220 mm pour le mouvement longitudinal, de 80 mm pour le mouvement transversal et de 265 mm pour le mouvement vertical. La distance maximum de la table à l'axe de la fraise est de 310 mm. Une boîte de vitesses, réalisant la commande automatique du mouvement longitudinal, peut être fournie avec cette machine : chaque vitesse du moteur donne alors 8 avances différentes (de 9 à 243 mm/mn). La machine peut en outre être équipée d'une tête universelle inclinable.

G. Z.

FRAISEUSE DE PRODUCTION MILWAUKEE

Les figures 1 et 2 représentent une fraiseuse de production **Milwaukee** à banc, type **M-24**. Cette machine est équipée pour usiner en série les rainures des tarauds et le cycle de la machine est conçu pour travailler d'une façon continue

Fig. 1. — Fraiseuse de production *Milwaukee*, type *M-24*.

avec un poste de chargement à chaque bout de table. Chaque poste de chargement comporte 6 tarauds, ce qui permet à l'ouvrier de démonter et de remonter les tarauds à un poste pendant que la machine travaille à l'autre poste.

La gamme d'opération est la suivante : mise en route, déplacement rapide, fraisage en avalant d'une rainure sur 6 tarauds à la fois, dégagement de la fraise en rapide,

rotation automatique des 6 tarauds de 1/4 de tour, fraisage de la 2e rainure et ainsi de suite jusqu'à ce que les 4 rainures soient usinées. A ce moment, retour rapide de la table jusqu'au 2e poste de travail et le même cycle reprend, comme pour le premier poste.

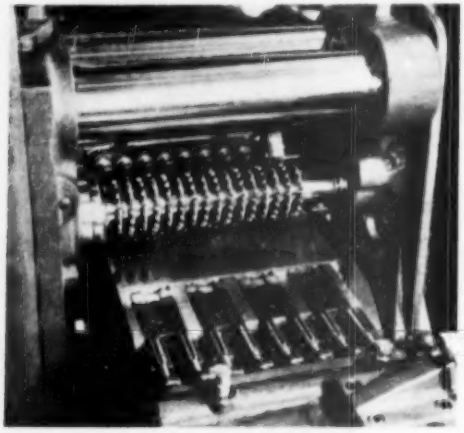


Fig. 2 — Usinage en série de rainures du tarauds.

Cet usinage permet de fraiser les 4 rainures sur 150 tarauds de 14 mm en une heure.

A. G.

AMÉLIORATIONS RÉALISÉES SUR LES MACHINES A SCIER DO-ALL

Nous avons signalé, dès leur apparition sur le marché français, les scies à ruban *Do-All* et leurs multiples applications. Depuis cette époque, le constructeur n'est pas resté inactif et a produit un nouveau type de machine, la *Contourmatic* sur laquelle le dispositif d'avance de la pièce a été sensiblement amélioré.

Il s'agit d'une machine de 500 mm de col de cygne et de 300 mm de capacité en épaisseur (fig. 1). La table de cette machine peut coulisser de 400 mm vers la scie et est poussée par un cylindre hydraulique. Un petit panneau à cadrans permet de régler indépendamment la vitesse de pénétration, et la pression contre la scie jusqu'à un maximum de 50 kg/cm². Le même circuit hydraulique assure la tension automatique du ruban de scie et apprête la machine en cas de rupture de celle-ci, avant que l'opérateur n'ait le temps d'y penser. Quatre rainures en *T* permettent de fixer la pièce sur la table pour des coupes droites ou de fixer un poussoir quand on veut découper des courbes. La table est entourée d'une rigole de récupération du liquide d'arrosage. Elle peut être inclinée de 45° vers l'extérieur et de 10° vers l'intérieur pour des coupes en chanfrein.

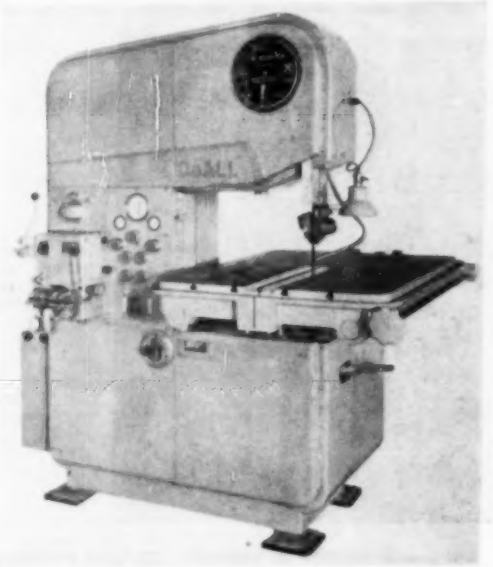


Fig. 1 — Machine à scier *Do All Contourmatic*.

La machine est munie d'un revolver portant les trois guide-scie nécessaires, ce qui réduit sensiblement les temps de montage.

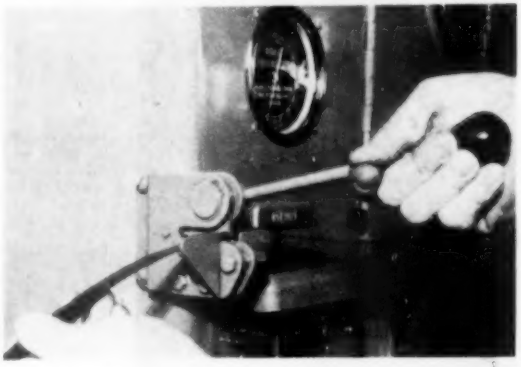


Fig. 2 — Cisaille pour couper les rubans.

Comme sur ses aînées, la vitesse de sciage est réglée par une boîte mécanique à trois vitesses, doublée

d'un variateur continu, pour fonctionner de 120 à 3.000 m/mn, et permettre aussi bien le sciage normal que le sciage par friction.

Le dispositif de soudure et de meulage des rubans n'a pas été modifié dans son principe, mais on a ajouté une cisaille pour les couper correctement. Cette dernière (fig. 2) peut être vendue séparément pour d'autres usages.

Nous pensons que cette machine à scier et à limer rencontrera auprès des usagers le même succès que celles que nous connaissons déjà.

J. P.

COMMANDE MÉCANIQUE DES MACHINES A PLIER BOMBLED

Pour augmenter la production de machines à plier les tôles, à main, types 251 D, 251 E et 251 E bis, Bombled a mis au point **une boîte de commande** à embrayages à friction qui peut se monter sur toutes les machines actuellement en service (fig. 1).

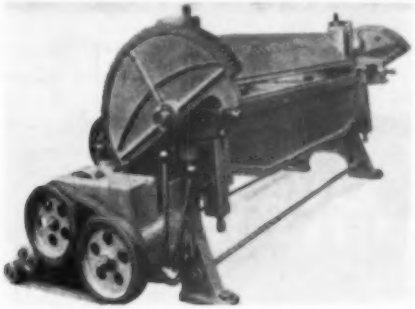


Fig. 1. — Dispositif de commande mécanique des machines à plier *Bombled* types *251 D et 251 E*.

Cette boîte de commande est actionnée par un moteur électrique de 3 ch à 1.500 t/mn commandant par courroies trapézoïdales :

1° le mouvement de montée et de serrage **du sommier supérieur**. — Des dispositifs de sécurité empêchent un serrage excessif et une levée exagérée.

2° le mouvement de pliage **du tablier plieur** et son retour à **zéro**. L'angle de pliage est obtenu par une butée réglable arrêtant le tablier dès que la tôle est pliée. Le retour du tablier en bas de course est également arrêté au point mort bas.

La commande de tous les mouvements est obtenue par **deux leviers** à main, disposés de telle façon que l'ouvrier peut suivre le mouvement des organes commandés.

L'utilisation de cette boîte de commande permet de doubler facilement la production de la machine tout en diminuant considérablement la fatigue du personnel.

La boîte est fournie avec la poulie à gorges pour le moteur et le jeu de courroies trapézoïdales. Le moteur électrique ne fait pas partie de la fourniture.

Les machines neuves peuvent être livrées avec la boîte mécanique toute montée, en capacité 2 m × 3/4 mm.

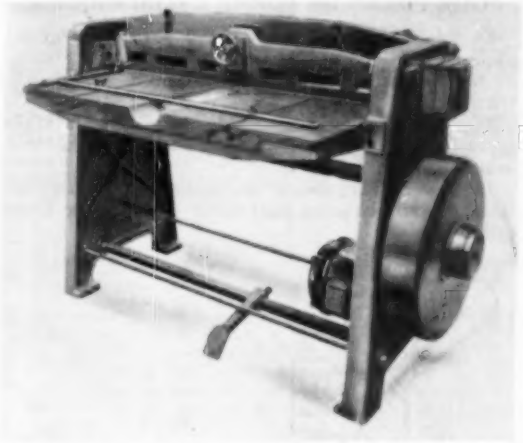


Fig. 2. — Cisaille à guillotine de ferblanterie à coupe rapide et moteur incorporé. Capacité : 1.050 m pour 1 mm ; type 9 A.

Parmi la gamme des machines actuellement construites par **Bombled** signalons en outre la cisaille à guillotine de ferblanterie représentée par la figure 2.

A. C.

UNE NOUVELLE PERCEUSE DE BIELLES DUPLEX (1)

Une nouvelle machine pour l'usinage des bielles construite par **Kitchen and Wade** permet de percer dans la masse des trous de 76 mm de diamètre et de trépaner des diamètres atteignant 51 cm. Elle comporte un bâti massif et deux bancs carrés de 56 cm de côté ; sur ce bâti sont montées trois colonnes qui supportent une traverse principale rigide sur laquelle coulissent deux porte-broches ; une seconde traverse, guidée par des rainures creusées à la partie antérieure des colonnes, porte les supports fixes des broches, dont la position peut être modifiée à l'aide d'un pignon et d'une crémaillère à commande manuelle.

Les principales caractéristiques des porte-broches sont les suivantes :

Type **E 27** : commande individuelle par moteur de 10 ch ; embrayage à friction multidisques ; engrenages Ni-Cr ; 36 vitesses de broche, de 8,5 à 800 t/mn et 9 avances de broche de 36 à 150 coupes par pouce ; commandes groupées à la partie inférieure des selles des broches.

A. B.

(1) *The Engineer*, 3 février 1950.

RECETTES PRATIQUES DE L'ATELIER

MONTAGE A SERRAGE EXCENTRIQUE POUR PIÈCES DE FORME CYLINDRIQUE (1)

L'emploi de montages à serrage par leviers excentriques trouve une application étendue dans le domaine de la construction de montages d'usinage sur les machines-outils.

Leur principal avantage réside dans un serrage sûr et rapide et une mise en place aisée de la pièce à usiner (environ 4 à 5 s).

La figure 1 représente un montage à serrage par levier excentrique prévu pour serrer des pièces de forme cylindrique.

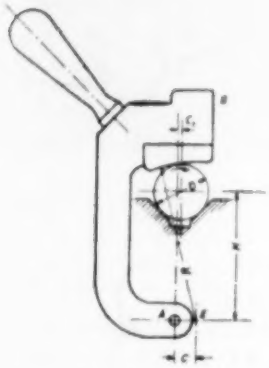


Fig. 1. — Montage de serrage pour pièces cylindriques.

La surface de serrage est formée par une partie concave de rayon R partant de E et excentrée de la valeur C du point de rotation A du levier excentrique. Le centre de la pièce à usiner se trouve également excentré à droite de l'axe A d'une valeur C_1 plus petite que la valeur C.

Par suite de l'excentricité de la surface de serrage du levier il y a auto-serrage.

Les données nécessaires au calcul du montage sont :
D : diamètre de la pièce à usiner
R : rayon choisi d'après la construction considérée
C : 0,1 R
C_1 : 0,05 D
H : 0,995 $(R - D)$

Pour éviter une usure rapide de la surface de serrage, celle-ci doit être trempée et rectifiée.

La construction de ce genre de montage demande une observation de la direction de la poussée des forces de coupe. Elles doivent entraîner la surface de serrage vers la pièce à usiner c'est-à-dire dans le sens de la flèche dessinée sur le croquis.

Pour un calcul et une exécution corrects du montage, le serrage est tel qu'un dégagement de la pièce ne peut se faire qu'au coup de marteau porté à l'enclume B prévue à cet effet.

B. G.

(1) *Osterreichischer Maschinenmarkt*, juin 49.

MONTAGE MAGNÉTIQUE D'OUTILS

Pour terminer les montages, il est parfois nécessaire d'enfoncer quelques petites pièces en fonte ou acier dans des endroits difficilement accessibles ou autres logements (coussinets encastrés, clavettes, rondelles, etc...).

On peut alors fréquemment adapter à l'appareil un dispositif comportant un aimant permanent (rarement un électro-aimant) qui facilite le montage et diminue les pertes de temps.

La figure 1 montre la mise en place d'un anneau de coussinet dans une cage profonde de métal léger. Un poinçon spécial d'enfoncement est fixé à la mèche d'une

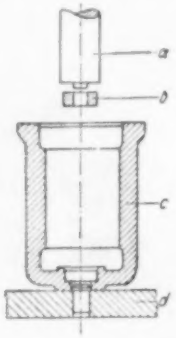


Fig. 1. — Schéma du dispositif.
a, Poinçon magnétique. — *b*, Anneau à enfoncer. — *c*, Cage. — *d*, Plateau de réception.

presse à mandrin ; une table pour la réception de la cage est fixée simplement au socle de la presse. Le pointeau *a* est en acier trempé et est fortement aimanté avant emploi ; l'anneau à enfoncer *b* est amené au plot de centrage du poinçon *a* et y adhère pendant la mise en place par l'effet magnétique. Après la descente du poinçon, l'anneau est bien ajusté dans la cage.

L'aimantation du poinçon d'acier s'obtient en général par le simple frottement avec un fort aimant ou mieux à l'aide d'une bobine magnétique excitée par le courant continu nécessaire. On peut donc employer des aciers à faibles propriétés magnétiques qui peuvent se désaimanter ensuite facilement.

M. E.

(1) *Die Technik*, octobre 1949.

Le feuillard d'acier laminé à froid

La tendance actuelle des industries consommatrices d'acier est d'utiliser au maximum les produits plats qui, grâce aux procédés de découpage, emboutissage, etc..., permettent d'obtenir de substantiels gains de poids.

Aux Etats-Unis, par exemple, dans le total des expéditions de produits finis (produits sidérurgiques laminés, tubes, fer blanc), les produits classés sous la dénomination « Sheets and Strips » (Tôles et feuillards) ont représenté en 1947 un pourcentage de 29 %. On estime que ce pourcentage pourrait atteindre dans l'avenir 50 %, alors qu'il ne dépassait pas 17 % en 1925, ce qui souligne le développement escompté en ce domaine.

Une constatation semblable a été faite pour ce qui concerne l'industrie française.

Parmi les produits plats, le feuillard d'acier laminé à froid a vu peu à peu s'agrandir son domaine d'utilisation. Sa production par rapport à la production générale de l'acier qui était de 1,1 en 1938, est passée à 1,3 et 1,5 en 1948.

Mais il convient ici de préciser ce qu'on entend par feuillard d'acier laminé à froid.

Le mot feuillard désignait autrefois les branches de châtaignier utilisées pour le cerclage des douves de tonneaux. Malgré la substitution du fer au bois, le vocable a été conservé puis étendu au produit métallurgique servant à fabriquer ces cercles.

Au fil du temps, la définition s'est précisée et on appelle maintenant feuillards laminés à froid des bandes d'acier qui sont livrées enroulées sur elles-mêmes ou redressées et coupées à des longueurs déterminées.

Le feuillard laminé à froid est obtenu par laminage d'un feuillard à chaud sans réchauffage préalable du métal, ce qui permet de donner au métal des qualités de fini et de précision de dimensions qu'on ne peut obtenir avec le feuillard à chaud.

Du fait même de son procédé de fabrication, le feuillard d'acier laminé à froid présente un ensemble de qualités remarquables, qu'il nous semble intéressant de rappeler brièvement.

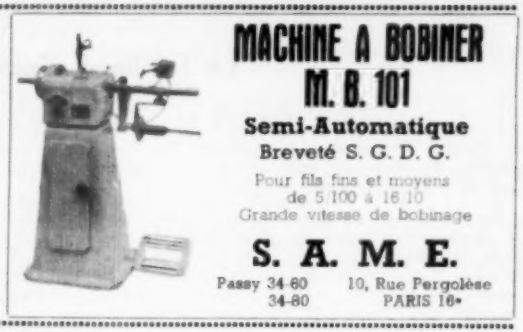
Longueur

Le laminage à froid s'effectue sur des bandes de très grande longueur. Un exemple choisi parmi les cas les plus courants illustre ce fait :

Un rouleau de 120 mm de largeur et d'un poids de 70 kg présente une longueur de :

75 m pour une épaisseur de 1 mm
150 m pour une épaisseur de 0,5 mm
300 m pour une épaisseur de 0,25 mm
750 m pour une épaisseur de 0,1 mm

(Suite page XVIII)



Il n'est pas besoin d'insister sur l'intérêt que cette longueur présente pour des industries telles que découpage, emboutissage, profilage, qui ont trouvé, dans le feuillard, le matériau qui donne à leurs machines automatiques le rendement maximum. C'est encore grâce au laminé à froid que l'on confectionne en continu l'armature des câbles électriques souterrains et sous-marins, etc... Enfin, la réalisation de pièces de grandes longueurs telles que longerons de wagons en acier inoxydable, bandes transporteuses, ressorts spiraux de fermeture métallique, ne peut se concevoir qu'à partir du feuillard à froid.

Epaisseur

Le laminage à froid donne avec une extrême précision et une grande régularité l'épaisseur demandée.

Cette précision et cette régularité présentent une grande importance pour le bon fonctionnement des machines automatiques et en particulier des presses à emboutir. Elles rendent l'emploi du feuillard laminé à froid indispensable pour les pièces dont l'épaisseur doit être obtenue avec des tolérances réduites.

Enfin, le laminage à froid de l'acier permet seul d'obtenir de très faibles épaisseurs allant couramment jusqu'à 0,1 mm et parfois même 0,03 mm.

En voici d'ailleurs quelques exemples : clinquant pour réglage de calage (0,03 mm), jauges d'épaisseur (0,05 mm), éléments pour accumulateurs (0,08 mm), ressorts de montre (0,09 à 0,25 mm) lames de rasoirs de sûreté (0,10 à 0,13 mm), mètres incurvés (0,15 mm), etc...

Largeur

Le feuillard d'acier laminé à froid est livré à la largeur demandée par le client qui évite ainsi toute perte anormale due par chutage.

Aspect de surface

Le laminage s'effectuant à froid entre des cylindres parfaitement polis donne au feuillard une surface lisse, propre et régulière. Cette présentation du métal permet l'utilisation du feuillard laminé à froid dans toutes les fabrications pour lesquelles l'aspect présente une grande importance.

Le feuillard à froid se prête aux revêtements les plus divers qui peuvent être effectués, soit après façonnage de la pièce, soit directement sur la bande elle-même qui est alors livrée vernie, laquée, étamée, galvanisée, nickelée, chromée, etc...

Le feuillard d'acier laminé à froid permet donc :
- la réduction des frais de manutention,
- la régularité des fabrications,
- la durée maximum des outillages,
- la finition impeccable des pièces,
- la suppression des opérations de polissage, meulage.

L'utilisateur, grâce à lui, réalise les prix de revient les plus économiques.

R. T.

Tous les fours industriels

FOURS DE FUSION
FOURS DE TRAITEMENTS THERMIQUES
ATMOSPHÈRES CONTROLÉES - CONVECTION FORCÉE - GÉNÉRATEURS DE GAZ DE CONDITIONNEMENT
FOURS SPÉCIAUX POUR MÉTAUX LÉGERS

SR

STEIN et ROUBAIX

24-26, rue Erlanger, Paris-16e - Tél. : JASmin 94-40
USINES : ROUBAIX, LANNOY, LA COURNEUVE

OCERP

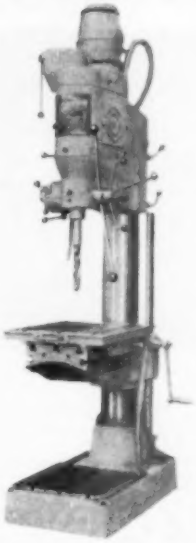
Utilisez nos calibres à mâchoires réglables

leur économie vous surprendra
leur précision vous donnera satisfaction

G. B. G.

30, Rue Eugène-Caron, COURBEVOIE - Tél. : DEF. 17-26
(Anciens Etablissements GAUBAN)

MACHINES A PERCER VERTICALES A COLONNE



« REY »

Type 46 M
capacité : 32 mm.
12 vitesses de broche

Type 48 M
capacité : 40 mm.
24 vitesses de broche

Tête mobile pivotante et coulissante

Etablissements
A. REY
60, Bd Silvio-Trentin
TOULOUSE (H.-G.)

PROTECHNO

179, RUE DES FAUVELLES
COURBEVOIE (SEINE)
TEL. : DEF. 27-05

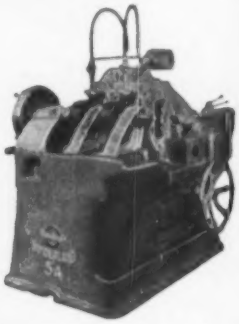
LA FLAMME QUI DÉCAPE

Suppression des poudres à braser et à souder

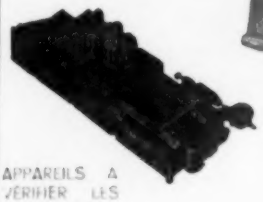
BRANCHEMENT INSTANTANÉ
sur toute installation existante.

COMPAGNIE D'APPLICATIONS MÉCANIQUES
S. A. au Capital de 225.000.000 Frs
15, AVENUE DE LA GRANDE-ARMÉE - PARIS

ÉTABLISSEMENTS
ROLLET & Cie
S. A.
CAPITAL 2.000.000



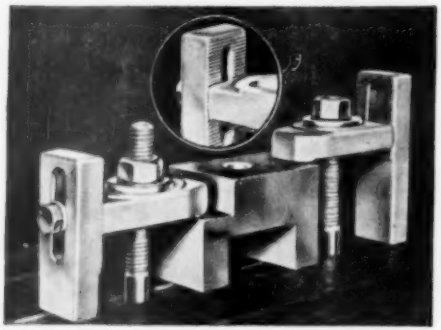
MACHINES A TAILLER LES ENGRENAGES



APPAREILS A VÉRIFIER LES ENGRENAGES

SIÈGE SOCIAL : 64, rue de la Folie-Méricourt. Tél. ROQ 80-42
ATELIERS : 27, rue Trousseau, PARIS XIe Tél. VOL 03-60
USINE à VENDOME (L. & C.), rue du 20e Chasseurs. Tél. 3-45

LES CRAMPONS HAMBER



BRITISH PATENT Blé s. g. d. g.

"LE CRAMPON HAMBER", utilisé en Angleterre par des milliers d'industriels, est un dispositif de blocage facile, rapide, efficace pour caler les pièces à usiner sur les tables ou plateaux de fraiseuses, perceuses, aléseuses, mortaiseuses, etc.

Il vous permettra, à vous aussi, d'économiser de nombreuses heures ouvrières et d'abaisser vos prix de revient.

Fabriqué en France par : **OUTIAC** 15, r. J. Ferry, COURBEVOIE DEF 23-60 et 61

Réducteurs de vitesse

à engrenages et à vis sans fin, multiplicateurs
groupes
moteurs-réducteurs
moteurs-multiplicateurs

Pouille Fr.

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS (A.M.)
Robert POUILLE & Cie
SUCCESSEURS

71-73, Rue Jean Jaurès, ARMENTIÈRES (Nord) Tél. 87

TOURS A CHARIOTER ET FILETER

PARIS-MIDI SAOCM

TYPE LABOR. Commande par poulie à 3 étages.
TYPE T 55, » » Monopoulie
Diamètre admis au-dessus du banc : 550
Entre pointes de 1.500 à 2.300
Tolerances Salmon

BUREAUX A PARIS
15, rue Bleue
Tél. Provence
89-12 89-13

S.A.O.C.M.

USINE A NIORT
(Deux-Sèvres)
13 à 21 r. Gambetta
Tél. 0-89

SOCIÉTÉ ARDENNAISE D'OUTILLAGE ET DE CONSTRUCTIONS MECANIQUES
— Société anonyme au capital de 21.375.000 francs —

DRESSEURS DE MEULES

POUR

RECTIFIEUSES
ORDINAIRES et CENTERLESS
ROX ET REM

à MAIN
POUR
MEULES d'ÉBARBAGE

GIGAN **KNIRP**

POUR MEULES d'AFFUTAGE
RONDO

S.A. **M. SCHMEDER**

à SAINT-OUEN (Seine) - 1, rue du Planty - Tél. CLI. 14-30
à LYON-St-CLAIR (Rh.) - 33, rue Wette-Fays - LYON 151-53

LIVRAISON RAPIDE

TACHYMÈTRES
TACHYGRAPHES
COMPTE-TOURS
UNIVERSELS
HASLER A MAIN

TEL

TEL 10 RUE VARET PARIS 15e

10 RUE VARET TEL. VAU 51-10

La Technique Moderne

Revue universelle des Sciences appliquées à l'industrie.

Sommaire du N° du 1er-15 Sept. 1950

L'intérêt des combinaisons de turbines à gaz avec des turbines à vapeur, par P. Chambadal, Ingénieur-Docteur.

L'effet piezo-photographique.

L'analyse stillimétrique au contrôle à la touche. Procédé rapide d'identification des alliages legers, par G. Matte, Ingénieur civil de l'Aéronautique, Chef du Laboratoire Central S.N.C.A.S.O., et R. Lachenaud, Ing. civil de l'Aéronautique.

La synthèse du quartz.

La catalyse d'oxydation et la combustion sans flamme, par J. Ternisien, Ingénieur E.S.P.I. Paris, Lauréat de l'Académie de Lyon.

Prix de revient d'une galerie de recherches.

Congrès aeronautique de l'Union française, par G. Bruner.

La musique stéréophonique au cinéma.

Revue documentaire française et étrangère. — Notes, Analyses, Extraits, Comptes rendus. — Etude comparative des systèmes de propulsion en aéronautique. — Nouvelle centrale électrique avec chaudières à mercure. — Le réseau suédois à 380.000 volts. — Constructions électro-automatiques Pesas. — Détection au bolomètre de l'échauffement dans les lignes de transports. — La journée de la fonderie sur modèles. — La dureté de la fonte. — Les procédés géophysiques en 1949. — Applications pratiques de l'analyse des contraintes. — Les transmissions automatiques pour automobiles. — Utilisation thermique du sol. — Soudure électrique en bout de cuivre et d'aluminium.

Prix de l'abonnement annuel : France : 2.200 fr. ; Etranger : 2.800 fr.

Numéro spécimen sur demande adressée à DUNOD, éditeur, 92, rue Bonaparte, Paris (VIe).

Revue de l'Aluminium

Sommaire du n° 168 - Juillet-Août 1950

Financement et rendement des usines gouvernementales américaines, par G. A. Baudart.

Abaque pour le calcul mécanique des lignes aériennes de grande portée avec conducteurs à base d'aluminium, par E. Dalmasso.

Les essais de la structure en aluminium-acier du paquebot américain « Président Wilson », par John Vasta.

Le diesel Rover pour poids lourds développe 360 cv et pèse 1 kg 9 au cv.

L'opinion d'un constructeur de moteurs. — Le chromage porcux des cylindres en aluminium.

Les maisons moulées, par M. Victor.

Méthode de contrôle de l'oxydation anodique. — La détermination rapide de l'épaisseur et de la continuité de la couche d'oxyde, par le Dr. Carlo Sonnino.

Encyclopédie du travail de l'aluminium. — La fabrication par coulée des rotors en court-circuit, par J. Piget.

Le découpage de précision des tôles de rotor.

Spécimen sur demande adressée à la Revue de l'Aluminium, 77, boulevard Malesherbes, Paris (8e).

INFORMATIONS

52ème Foire Internationale de Prague 20 Mai 3 Juin 1951

Toute la production tchécoslovaque sera présentée sous forme des expositions de sociétés monopolisées pour l'exportation et l'importation. De même il y aura de nombreuses participations officielles et privées des pays étrangers. Ainsi que l'année dernière, il n'y aura en 1951 qu'une seule manifestation. Il est recommandé aux futurs exposants étrangers de se faire réserver à temps des emplacements à l'Administration de la Foire. La superficie totale des terrains d'exposition est de 200.000 m² dont 70.000 m² sous toit. Les exposants jouiront de nombreux avantages de la part des autorités tchécoslovaques, et l'Administra-

(suite page XXIV)

CHROMAGE DUR

USINES de REVETEMENTS ELECTROLYTIQUES

BOZEL-MALÉTRA

17 bis, Quai Paul-Doumer
COURBEVOIE (Seine)
Tél. DÉfense 39.06
107, Av. J. Jaurès - TOULOUSE (Hte G.)
Tél. LA 96 70
Route de Jassans TRÉVOUX (Ain)
Tél. 216

NICKELAGE ÉPAIS

33 ans d'expérience

Moteurs électriques
universels et asynchrones
de 1/100e à 1 CV

Tous moteurs
et machines électriques
spéciales de dimensions
réduites.

RAGONOT
LE GRAND SPÉCIALISTE DU PETIT MOTEUR

Serv. P.M.I. - 7, Bd Gabriel Péri - MALAKOFF - ALÉ. 53-6

Ensemble pour profiler les meules

DIAFORM

Construit avec la plus grande précision.
Protection des roulements contre la poussière abrasive.
Entretien facile grâce au graissage centralisé.
Mise en place du Diamant facilitée par l'adjonction d'un comparateur.
Ensemble portable permettant des rectifications très précises et économiques sur n'importe quelle rectifieuse standard.

Ces qualités vous feront adopter DIAFORM

PRECIDIA

7, RUE DE CHATEAUDUN
PARIS-9e - TRU. 65-72

le diamant au service de l'industrie

LA VIS A METAUX

PS

qualité Suisse

matricée à froid

résistance 80 et 120 kgmm²

LES BENNES S.A.R.L.
7, Boulevard des Capucines
PARIS 2e
Tél. Opé. 96-72, 89-42

PAVMATIC 317
FILIÈRE A DÉCLENCHEMENT AUTOMATIQUE
pour TOUR REVOLVER et TOUR DE REPRISE
FABRICATION FRANÇAISE
Qualité
Précision
Production
CAP.: de 4 à 16 mm.
SL. WITWORTH
MACHINES OUTILS VARMO OUTILLAGES
SOCIÉTÉ A RESPONSABILITÉ LIMITÉE AU CAPITAL DE 1.000.000 DE FRANCS
Bureaux : 7, AVENUE DU BEL-AIR, PARIS-12e — Téléphone : DIDerot 60 06

POUR FILETER
Facilement
Avec Précision
En gagnant du temps
Tous les métaux
LA MOLETTE SL EST L'OUTIL QU'IL VOUS FAUT
SL
BREVETÉ FRANCE ET ETRANGER
AMMO ACCESSOIRES MODERNES DE LA MACHINE-OUTIL
Sté POUR LA VENTE DES OUTILLAGES LOUIS SEROUGE
6-8, Rue Deguingand, LEVALLOIS. Tél. : PER. 40-82

Bibliographie *(suite)*

tion de la Foire fera son possible pour faciliter leurs tâches.

Les manifestations de la Foire de Prague sont régulièrement visitées par des acheteurs venus non seulement de toute l'Europe mais aussi de la plupart des pays d'outre-mer, grâce à la riche gamme d'articles spéciaux et renommés de fabrication tchécoslovaque. La dernière Foire a enregistré la présence d'acheteurs venus de 62 pays du monde entier.

Conservatoire National des Arts et Métiers

INSTITUT DU TRAVAIL

Cours Publics et Gratuits

Informations économiques, juridiques et sociales destinées aux Délégués et Cadres des Comités d'Entreprises et Organisme Professionnels.

Année Scolaire 1950-1951

Ouverture des Cours

le Lundi 6 Novembre 1950, à 18 h. 30.

INFORMATIONS ÉCONOMIQUES.

Les Mécanismes régulateurs de la Vie, par M. Paul Gemaehling, Professeur à la Faculté de Droit.

Les grands Problèmes de l'Economie Française. — A. Les Hommes, par M. Paul Gemaehling, Professeur à la Faculté de Droit. — B. Comment peut-on accroître la Productivité Française ? par M. Jean Fourastie, Professeur au Conservatoire National des Arts et Métiers.

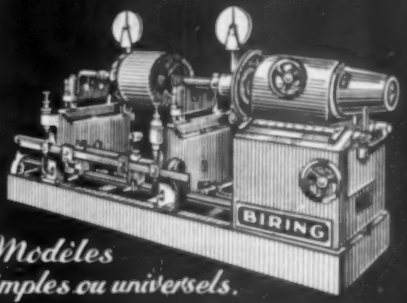
C. L'Economie dirigée et ses problèmes, par M. Henri Noyelle, Professeur à la Faculté de Droit. *(suite page XXVI)*

CIRCLIPS
ANNEAUX "TRUARC"
Organes mécaniques de sécurité contre le DÉPLACEMENT AXIAL DE TOUTES PIÈCES CYLINDRIQUES
FONDERIES DEBARD
(Pistons B.H.B.)
57-61, Boulevard de Picpus — PARIS (12e) - Did. 92-89

PRESSES
A EXCENTRIQUE
inclinables
16t 32t 50t
AVEC OU SANS AMENAGE AUTOMATIQUE SERRE-FLAN PNEUMATIQUE COMMANDE A MAIN DE SECURITÉ
Presses Remiremont
34, SQUARE CLIGNANCOURT-PARIS (18e) TÉL. MON 69-50

Machines à équilibrer dynamiques

BIRING



Modèles simples ou universels.

Lectures directes par compensation automatique

CONSTRUCTEURS : ÉTS F. BIRINGER
41, RUE DE MULHOUSE STRASBOURG

AGENTS : ÉTS DUFOUR PÈRE FILS & CIE
INGÉNIEURS DES ARTS ET MÉTIERS - 11 RUE DE L'ASPIRANT D'ARGENT
LEVALLOIS-PERRET (SEINE)

Pour affûter tous vos outils carbure

Une OBSESSION classée par

CONSTAN AFFUTEUSE 178

SIMPLE ET UNIVERSELLE
2 MEULES DIAMANT

VISIBLES 3, QUAI GAMBETTA, ALVISY (S.&O.)

MAGASIN D'EXPOSITION
180, RUE LAFAYETTE PARIS 10e
NORD 95-34

3 DISPOSITIFS :
• MOTEUR MOBILE • TRAINARD INCLINABLE • PORTE-OUTILS OSCILLANT permettent 12 mouvements différents satisfaisant à tous les besoins d'affûtage.

BROCHE UNIVERSELLE "EXCELSIOR"
A GRANDE VITESSE
Brevetée S.G.D.G.
pour fraisage rectification

ADAPTABLE A TOUS TYPES DE FRAISEUSES POUR L'EXECUTION DE TRAVAUX DE PRECISION

Outillage BAVOILLOT

258, RUE BOILEAU, LYON 3e

MAISON DE VENTE
60, RUE JR TIMBAUD, PARIS 11e OBEr-kampf 58-96

DISPONIBLES SUR STOCK • PARIS

Informations *(suite)*

INFORMATIONS TECHNIQUES.

La Vie des Entreprises : Technique financière et comptable des Entreprises, par M. André Brunet, Professeur au Conservatoire National des Arts et Métiers.

INFORMATIONS JURIDIQUES ET SOCIALES.

La Vie des Comités d'Entreprise, par M. J. Bouteron, Professeur au Conservatoire National des Arts et Métiers.

Le Plan de Sécurité Sociale, par M. Etienne Goul, Directeur de la Caisse Nationale de Sécurité Sociale.

Le Régime des Conventions Collectives, par M. Charles Blondel, Conseiller d'Etat.

Le Rôle de la Médecine du Travail, par M. le Dr René Barthe, Médecin-Inspecteur en Chef à l'Electricité et au Gaz de France.

Le problème de l'emploi des Travailleurs âgés, par M. Jean Daric, Ingénieur E.P.C., Chef de Service à l'Institut National d'Etudes Démographiques.

Le Problème du Logement, par M. Daniel Parker, Ingénieur E.T.P., Délégué Général du Centre Paritaire du Logement.

Problèmes humains du Travail Industriel, par M. Georges Friedmann, Professeur au Conservatoire National des Arts et Métiers.

Les Problèmes de l'heure. — A : Les « Jeunes Patrons » en face des Problèmes Economiques et Sociaux actuels, par M. André Coret, Membre du Conseil de Direction du « Centre des Jeunes Patrons ». — B : Le Syndicalisme devant les Problèmes Economiques et Sociaux actuels, par M. Robert Bothereau, Secrétaire Général de la C.G.T.-F.O.

Programme détaillé sur demande au Conservatoire National des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin, Paris (3e).

Conservatoire National des Arts et Métiers

COURS PUBLICS GRATUITS

Année 1950-1951
Enseignements scientifiques

COURS GÉNÉRAUX

Mathématiques (en vue de l'application aux Arts et Métiers) (2e Année). — M. N..., Professeur.

I. — Géométrie Analytique : Droite, Cercle, courbes, coniques et quadriques. II. — Applications du calcul intégral : Aires, volumes, centres de gravité, moments d'inertie, équations différentielles.

Mécanique (3e Année). — M. METRAL, Professeur.

a. Dynamique du point matériel : Théorèmes et principes généraux ; Dynamique du point matériel libre ; Dynamique du point matériel gêné ; Dynamique du mouvement relatif du point matériel.

b. Dynamique des systèmes : Géométrie des masses. — Moments d'inertie ; Théorèmes généraux. — Mouvements autour du centre de gravité ; Principe de d'Alembert. Principe de Gauss. — Equations de Lagrange ; Mouvement d'un système autour d'un axe fixe ; Mouvement d'un système parallèle à un plan fixe ; Mouvement d'un système autour d'un point fixe ; Mouvements gyroscopiques.

c. Homogénéité et similitude en mécanique.

d. Quelques conférences sur le Calcul matriciel et applications à la Mécanique de l'Ingénieur.

Physique générale dans ses rapports avec l'industrie (1re Année). — M. FLEURY. Mécanique. — Chaleur. — Généralités. — Statique. — Dynamique des solides. — Statique et Dynamique des fluides. — Températures, échanges thermiques, changements d'état. — Notions de thermodynamique.

Chimie générale dans ses rapports avec l'industrie (2e Année). — M. MONDAIN-LAVAL, Professeur.

Les Métaux : Propriétés générales. — Etude des principaux métaux et de leurs composés.

Notions d'Atomistique : Idées modernes sur la structure de la matière. — Applications chimiques. — Classification de Mendéléef. — Théorie de la valence.

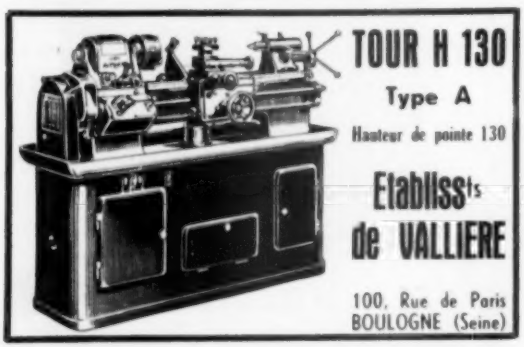
Mécanique chimique : Applications. — Equilibre chimique. — Sidérurgie.

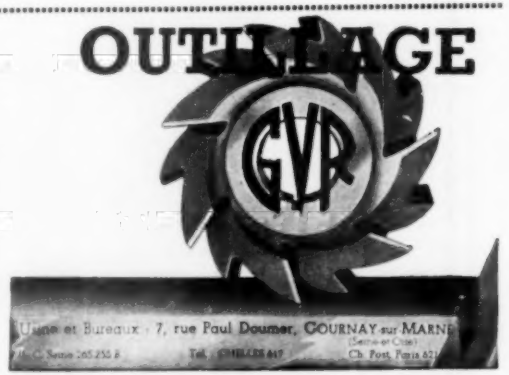
Notions sur la constitution et les propriétés des alliages. Les solutions. — Electrochimie, théorie des ions. — Acidité et basicité des solutions. — Théorie électrochimique de la corrosion.

Métrologie générale et industrielle (2e Année). — M. FLEURY, Professeur, Chargé du Cours.

Mesures thermiques, acoustiques, optiques. Thermométrie, pyrométrie, calorimétrie, conductibilité thermique. — Fréquence et

(suite page XXVIII)





+ DE PIÈCES ENTRE AFFUTAGES
+ LONGUE VIE A VOS OUTILS

FRAISES EN ACIER RAPIDE

Les nouveaux procédés que nous utilisons dans nos traitements thermiques permettent d'atteindre le maximum d'efficacité de coupe que peuvent donner les aciers rapides.

ETABLISSEMENTS
Livet & ses Fils

30 à 38, RUE RAMUS, PARIS XXme

ROQ. 70.14 et 15

GRAVEX-HIRON

Meules O.K.

S.A.R.L. AU CAPITAL DE 2.000.000 FRS.
4, Rue des Poitevins - PARIS-VIe - Tél. ODEon 48-56
MÉTRO : ODÉON ou St-MICHEL

FABRICANT

Enfin UN BLOC A COLONNES DE HAUTE PRÉCISION

FONTES STABILISÉES
COLONNES RECTIFIÉES
SUPERFINIES

DIMENSIONS DU N° 1 AU N° 9

UTILISÉ ET FABRIQUÉ PAR
le SPÉCIALISTE FRANÇAIS de
LA PETITE MACHINE-OUTIL DE HAUTE PRÉCISION
ET DES FABRICATIONS DE MÉCANIQUE HORLOGÈRE

DÉPOT à PARIS : Société MACTIC, 11, rue Saint-Maur - Tél. Vol. 09.76
En SAVOIE : Ets RENFER, Avenue du Griffre, Annemasse - Tél. 1.86

CROUZET & Cie
MACHINES-OUTILS
TÉLÉPHONE : 97-17-97-18
18 RUE J.-B. ROUSTAN VALENCE (DRÔME) FRANCE

LE PROTOTYPE MECANIQUE
16 bis, Rue Georges-Pillard
(Ancienne Rue Jeanne)
PARIS - XVe
Téléphone : VAUgirard 38-03
ÉTUDE ET RÉALISATION DE PROTOTYPES
TOUS TRAVAUX D'ÉLECTROMÉCANIQUE DE HAUTE PRÉCISION ET D'HORLOGERIE

Informations *(suite)*

intensité des sons. — Réfractométrie, spectrométrie. — Photométrie, colorimétrie. — Polarimétrie, interférométrie.

COURS TECHNIQUES

Agriculture et Productions Agricoles dans leurs rapports avec l'industrie (1re Année). — M. Chouard, Professeur.

Thermopériodisme ; Dormance ; Inhibitions ; Forçage. Cultures alimentaires et fourragères sarclées ; cultures légumières.

Génétique générale. Application à la génétique spéciale de quelques fleurs et légumes.

Art appliqué (2e Année). — M. Guillaume Janneau, Professeur.

Matériaux de décoration et décor des matériaux.

Les matériaux durs.

Biologie agricole et industrielle (2e Année). — M. H. Heim de Balsac, Chargé de Cours.

Biologie agricole. — Tissus végétaux. — Semences. — Germination. — Nutrition et croissance des animaux d'élevage.

Biologie dans ses rapports avec les industries. Initiation biologique aux études techniques sanitaires, d'hygiène des industries et des professions. — Comportement de l'organisme humain.

(Des exercices pratiques ont lieu au laboratoire, complétés par des visites, excursions, etc).

Chauffage industriel (3e Année). Physique, Chimie et Mécanique appliquées au chauffage industriel. M. Vernoy, Professeur.

Chaudières et chaufferies. — Chauffages industriels par l'eau et la vapeur. — Accumulation. — Régulation automatique. — Traitement des eaux.

Techniques de l'air humide. — Séchage. — Lavages. Conditionnement. — Chauffage et ventilation des bâtiments habités.

Chimie agricole et biologique (3e Année). — M. Lavollay, Professeur.

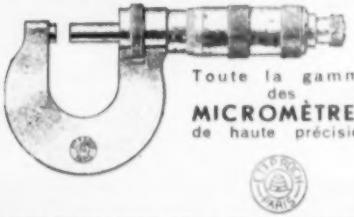
a. Assimilation chlorophylienne et formation des principes immédiats végétaux. — b. Chimie de la nutrition animale. Aliments organiques et minéraux indispensables. Vitamines. — c. Dégradation biochimique des principes immédiats organiques ; leur retour au monde minéral.

Chimie appliquée aux matériaux de construction (1re Année). — M. Lafuma, Professeur.

Verrerie et Céramique. — Généralités. — Notions sommaires de pétrographie, cristallographie et minéralogie. — Physico-chimie des silicates.

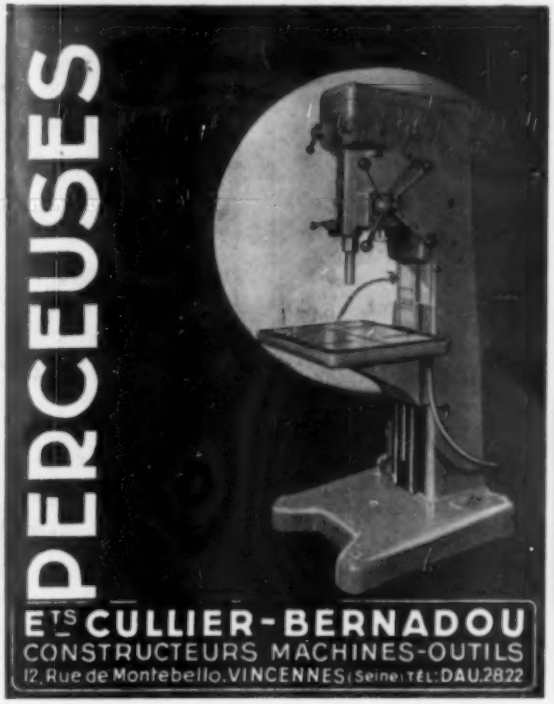
Verrerie. — Etat vitreux. — Propriétés et fabrication des différentes sortes de verres.

Céramique. — Plasticité des pâtes d'argile. — Façonnage, cuisson et décoration. Terres cuites. — Faïences. — Grès. — Porcelaines. — Produits réfractaires.

Ets ROCH 68, Av. de la République PARIS

Toute la gamme des MICROMÈTRES de haute précision
DISPONIBLE CHEZ VOTRE FOURNISSEUR D'OUTILLAGE

LUBRIFIANT pour TRÉFILAGE
STEAGEL
ÉCONOMISEUR de DÉCAPAGE
PARACIDINE
SOCIETE NORMANDE DE PRODUITS CHIMIQUES
21, Rue Jean-Goujon - PARIS - 8e

SAFETY
Présente
OUTILS DE TOURS
MÉTAL POUR OUTILS
FILIÈRES D'ÉTIRAGE
BUSES DE SABLAGE
"SUPER-SAFETY DIAMANT"
ÉTABLISSEMENTS SAFETY
FABRIQUE DE CARBURES DE TUNGSTENE
Siège Social et Bureaux : 37, Boulevard Exelmans, PARIS (16e)
TEL. AUTEUIL 92-70 et 93-27
USINES : LA SOUTERRAINE (Creuse) Tél. 35



Informations *(suite)*

Chimie industrielle (2e Année). — M. Chagnon, Professeur.

I. — Bois. — Industries, distillation et récupération des sous-produits, hydrolyse cellulose, fabrication proprement dite du papier.

II. — Houilles, Schistes, Lignites. Industries, distillations, sous-produits, hydrogénation de la houille et des goudrons.

Chimie tinctoriale (2e Année). — M. Duseville, Professeur.

Etude chimique des fibres textiles et application des matières colorantes. Fibres naturelles. — Fibres artificielles, fibres synthétiques. — Blanchiment. — Teinture. — Impression. — Apprêts.

Constructions civiles (2e Année). — M. Massaud, Professeur.

La résistance des matériaux. Application au béton armé et à la charpente métallique.

Electricité appliquée à la traction (1re Année). — M. Panom, Membre de l'Institut, Professeur.

Installations fixes de traction. — Production et distribution de l'énergie électrique en France. — Sous-stations de transformation dans les différents systèmes de traction. — Lignes de contact et systèmes de protection.

Electricité industrielle (1re Année). — M. Edouard Leurand, Professeur.

Lois générales du courant continu. —

(suite page XXX)

UNE RÉVOLUTION DANS LE FRAISAGE
LA FRAISE A DENTURE MATRICÉE A CHAUD
" FORAVYAC "
Brevetée France-Étranger
A DEFONCER - SURFACER - EXTENSIBLE
CAVE-FLAYAC & Cie
15, Rue J.-Allemane Saint-Etienne — Tél. 72-97
PARIS : SECMO - 68, rue de l'Eglise - 15e - VAU. 47-83
LYON - MARSEILLE - TOULOUSE - CLERMONT-Fd - GENÈVE

Constructions en tôles oxycoupées et soudées
Soudure autogène, oxyacétylénique et à l'arc

Oxycoupage / Rechargement de toutes pièces — Aluminium, Fonte, Fers, Bronze

Soudo-brasure de la fonte
Soudure inoxydable
Chaudières basse pression
Serrurerie

LES APPLICATIONS PRATIQUES de la SOUDURE

53, Rue de Paris OURT
BOULOGNE - BILLANCOURT
Tél. Molitor 11-22

ATELIERS
FABOR

OUTILS DE TOUR ET DE RABOTEUSE A BOUT SOUDE EN ACIER RAPIDE AU COBALT

EN VENTE DANS TOUTES LES BONNES MAISONS D'OUTILLAGE

61, Rue de Malte - PARIS XIe - Tel. OBE 31-30
Usine : LA SOUTERRAINE (CREUSE) Tel. 94

Informations *(suite)*

Energie. Conservation. Rendement. — Phénomènes fondamentaux de l'Electrostatique et du magnétisme. — Electrocinétique. Condensateur. Electrostatique.

Applications. — Piles. Accumulateurs. Conducteurs et isolants.

Machines électrostatiques. Eclairage. Chauffage.

Electrochimie (1re Année). — M. Auguert, Chargé de Cours.

La force électromotrice. — Analyse électrométrique, conductimétrique et polarographique. — Les piles et les accumulateurs. — Electrolyse des chlorures alcalins ; métallurgie électrochimique et réductions électrolytiques ; dépôts électrolytiques. — Corrosion ; les applications de la polarisation anodique.

Filature et tissage (3e Année). — M. F. Maillard, Professeur.

Théorie des liages. — Représentation graphique des armures. Construction des principales armures. — Tissus divers. — Velours, tapis, brochés. — Analyse et décomposition des tissus. — Prix de revient.

Tissage mécanique. — Matériel de préparation de la chaîne et de la trame. — Les différents métiers à tisser. — Métiers automatiques. — Mécaniques d'armures et mécaniques Jacquard. — Lisage et perçage des cartons.

Etude d'un projet d'ensemble d'un tissage mécanique.

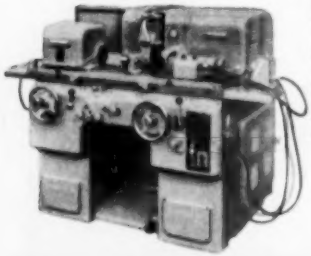
Les Apprêts. — Bat. — Matériel utilisé.

Machines (1re Année). — M. Thery, Professeur.

La machine à vapeur. — Thermodynamique. — Machine à vapeur alternative. Applications aux locomotives et aux machines marines. Turbines à vapeur. — Applications terrestres et marines. Condensation de la vapeur. Régulateur. — Graissage.

Métallurgie et traitement des métaux (3e Année). — M. Cournot, Professeur.

I. Formage direct : Fonderie, élaboration des alliages, méthodes de moulage. — Métallurgie des poudres, frittage.



MACHINES A RECTIFIER
MACHINES A AFFUTER
OUTILLAGES DE CONTROLE
COMMANDES INDIVIDUELLES

Demandez la Documentation P 321

OUTILLAGE ELECTRIQUE
MICOX

PERCEUSES - MEULEUSES - PONCEUSES
SCIES - TOURNEVIS - LUSTREUSES
CISAILLES - TARAUDEUSES - MORTAISEUSES

MACHINES A MEULER ET A POLIR
ELECTRO-POMPES - ELECTRO-VENTILATEURS
RECTIFIEUSES ELECTRIQUES AMOVIBLES

Demandez le Catalogue P. 501

GENDRON FRERES - SOCIETE ANONYME
37, RUE COLIN, VILLEURBANNE (RHONE) V. 84-76 et 77

Informations (*suite*)

II. Formage mécanique : Forgeage, laminage, filage, estampage, étirage, tréfilage, emboutissage, etc.

III. — Etude des alliages industriels : Composition, traitements, structures et propriétés, emplois. — Récupération des vieux métaux.

Moteurs à combustion interne (1re Année).

M. Max SERRUYS, Professeur.

Thermodynamique et Moteurs à explosion.

I. Thermodynamique : Gaz réels. — Principes d'équivalence et de Carnot. — Entropie. — Application à l'étude des diagrammes et des cycles.

II. Etude thermochimique de la combustion.

III. — La combustion déflagrante : Les principaux facteurs qui l'influencent.

IV. — La combustion détonante et les anomalies de combustion : Principaux remèdes pratiques.

V. Principaux types de moteurs à explosion : Moteurs à gaz pauvre. — Moteurs à essence de traction. Moteurs d'aviation alternatifs.

Photogrammétrie (1re Année). — M. G. POIVILLIERS, Membre de l'Institut, Professeur.

La photogrammétrie lorsque les éléments de prise de vue sont connus. — Photothéodolites. — Appareils de restitution. Phototopographie terrestre et applications diverses de la photogrammétrie.

Physique appliquée aux industries du vide et de l'électrotechnique (1re Année). — M. G.-A. BOUTRY, Professeur.

Technique du vide. — Pompes, canalisations, instruments de mesure, théorie cinétique des gaz, physico-chimie du vide. Industries de l'éclairage électrique. — Rayonnement. — Lampes à incandescence. — Emissions de spectres de raies. — Tubes à décharge. — Lampes à fluorescence.

Radioélectricité (2e Année). — M. LOTH, Professeur.

Radioélectricité appliquée. I. Historique. Télémécanique. — Radionavigation maritime et aérienne. — Sondeurs. — Radars.

II. Radiodiffusion. — Centraux de télédiffusion et de télélactylographie. — Télévision.

III. — Fours H.F. — Sécurité ferroviaire. — Prospection. — Géodétection. Radiobiologie générale. — Les voies explorées. — Les résultats.

Technique aéronautique (1re Année). — M. Henry GIBERT, Chargé de Cours.

Mécanique des fluides. — Appliquée à l'Aéronautique.

Méthodes expérimentales et aérodynamique.

Résultats théoriques et expérimentaux.

Techniques d'enregistrement, de transmission et de reproduction des sons et des images. Téléphonovision (3e Année). — M. HUGUENARD, Professeur.

I. Transmission des sons et des images.

II. Transmission électrique par lignes.

III. — Transmission des sons sans milieu matériel. — Photophone. Radiotransmission.

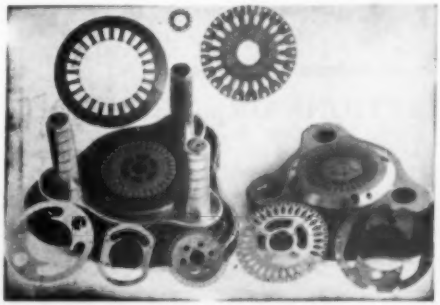
IV. Transmission télégraphique des images.

V. Transmission rapides. — Télécinématographie. — Télévision.

Technique des rayons X et structure des métaux (1re Année). — M. André GUINIER, Chargé de Cours.

Production et propriétés générales des rayons X. — La radiographie. — La Radiocristallographie. — Diffraction des rayons X par les cristaux. — L'analyse radiocristallographique. — Application à la métallographie, à la chimie des solides, à la chimie des grosses molécules. — La fraction des électrons.

(*suite page XXXII*)



LE DECOUPAGE DE PRECISION
R. BOURGEOIS
S.A.R.L. cap. 8.000.000
USINE DU VALBOIS-TREPILLOT — BESANÇON (DOUBS)
Tél. : 32-88 et 24-89

Bureau PARIS XVe
M. Léonoris, 3, Villa Grenelle
Tél. SEGur 94-37

Bureau de LYON
M. Turc, 15, rue Godefroy
Tél. LALande 22-66

Sur outillages de haute précision à grand rendement sur blocs à colonnes
Tous découpages, pliages, emboutissages de tous métaux pour toutes industries
Spécialités de Tôles au Silicium pour toutes industries électriques et radio-électriques

TAILLE D'ENGRENAGES
Engrenages droits, hélicoïdaux
Roues de chaînes. Roues creuses
Vis sans fin. Vis de toutes sortes
MÉCANIQUE GÉNÉRALE
Réparations de Machines-Outils
Réducteurs sur devis
C. L. E. R.
16, r. de la Pierre-Levée
Tél. OBE. 54-42 PARIS-XIe

CARBURES MÉTALLIQUES
" DIAMÉTAL "
Plaquettes et outils montés - Filières toutes formes - Noyaux pour filières - Matrices - Pointes de tours - Guides - Fils - Toutes pièces d'usure sur plans
Ateliers FERRET-GOGLIO
2, rue J.-B. Lallemand
DIJON

PIGNONS
droits et hélicoïdaux
Couronnes intérieures
Vis sans fin et Roues tangentes
Pignons coniques - Crémaillères
et toutes dentures spéciales du module 0,25 au module 6
sur machines : Mikron, Fellow, Gleason, Koepfer.
Ets ANDRAUD,
4, r. Neuve Popincourt - PARIS (XIe)
Tél. ROQ. 08-46

Informations *(suite)*

2e Mission de la Fonderie aux Etats-Unis

En vue d'accroître la productivité dans les industries françaises de base, un groupe de 20 représentants des fonderies d'acier et de fonte malléable est parti le jeudi 29 septembre pour les Etats-Unis pour un voyage d'études de six semaines au titre du programme d'assistance technique du Plan Marshall.

Ce groupe est la 35e mission française envoyée aux Etats-Unis dans le cadre du programme d'assistance technique de l'ECA ; il porte à 462 le total des personnes ayant composé ces missions.

L'équipe comprend cinq ouvriers, trois contremaîtres, sept ingénieurs et cinq directeurs. Seize membres du groupe sont affiliés à une organisation syndicale : sept membres à la Confédération Générale des Cadres, six à la Confédération française des Travailleurs chrétiens, trois à Force Ouvrière.

La France compte environ 100 fonderies d'acier, occupant 17.500 ouvriers, et environ 50 fonderies de fonte malléable, occupant 3.000 ouvriers.

Outre les facteurs de la productivité américaine dans l'industrie, le groupe français étudiera les conditions de travail aux Etats-Unis, les rapports entre les syndicats et le patronat, et l'élément « humain » de la productivité en général.

PETITES ANNONCES
Prix de la ligne : 95 fr.

80.000 disques neufs Almasilium (A. S. G.) diam. 151, épaisseur 20/10. Offres aux Ets SCHMID, 31, rue des Colonnes du Trône, Paris, Did. 07-60.

Pour vos **études, travaux de dessin**, concernant mécanique générale, machines spéciales, moteurs, modernisation. R. DALESME, 282, rue Lecourbe, Paris LEC. 80-44. Economie et rapidité, références.

LA SOUDURE APPLIQUÉE
L. LAINE ET C. TESSIER
51, av. Sainte-Foy, NEUILLY-sur-SEINE - MAillot 62.25
TOUS TRAVAUX DE SOUDURE ET OXYCOUPAGE
CONSTRUCTION de BATIS de MACHINES
en TOLE OXYCOUPÉE SOUDÉE

MACHINES A RODER
RODOIRS - PIERRES pour RODOIRS
TRAVAUX à FAÇON
Ets TRUBA
4, Pl. de RENNES
PARIS 6e
TEL. BAB. 16-63

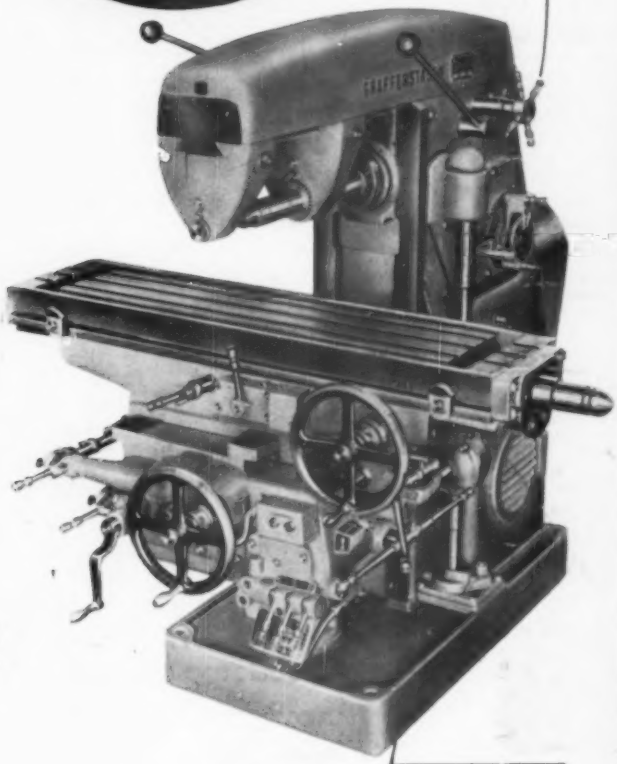
Un collaborateur indispensable !
LE GUIDE DES MACHINES
pour les branches suivantes :

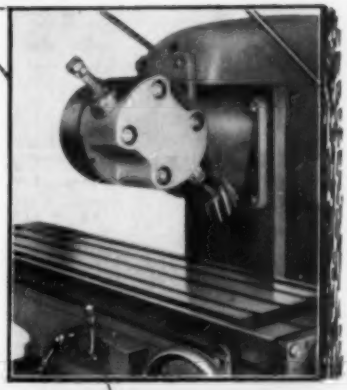
Machines,
Appareils,
Outils,
Petite Mécanique,
Electrotechnique,
Radio,
Instruments de mesure,
Compteurs,
etc.

Sert en même temps de
DICTIONNAIRE TECHNIQUE
français, allemand, anglais, espagnol, italien
1.500 rubriques — 1.300 pages
Bureau de Documentation Industrielle
HUGO BUCHSER
4, Tour de l'Ile GENÈVE (Suisse)

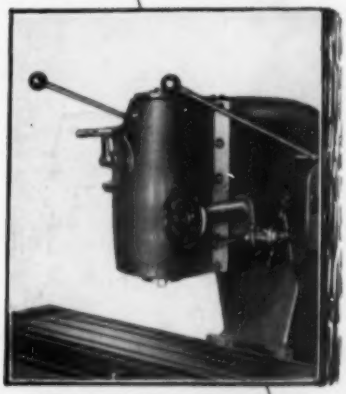
GRAFFENSTADEN

LES FRAISEUSES





Fraiseuse universelle à console



Fraiseuse verticale à console

AUTRES FABRICATIONS

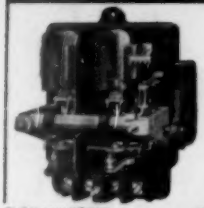
- Fraiseuses à banc fixe
- Fraiseuses genre Rabotteuses
- Alésseuses Fraiseuses
- Tours verticaux 1 ou 2 montants
- Perceuses Radiales
- Perceuses Alésseuses
- Grosses Machines-Outils

SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES

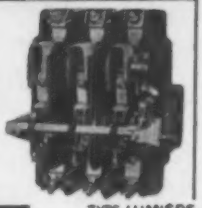
USINE DE GRAFFENSTADEN (BAS-RHIN)

SERVICE DES VENTES ET BUREAUX A PARIS : 32, RUE DE LISBONNE (8e) TÉL. LAB. 87-30

L'INTERRUPTEUR-DISJONCTEUR CHANDOS



S'impose pour la protection des installations électriques



TYPE LUMIÈRE
POUR LA PROTECTION DE CIRCUITS DE LUMIÈRE ET DE CHAUFFAGE

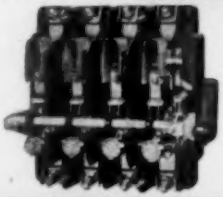
TYPE LUMIÈRE
Série normale
BIPOLAIRE
6 coupure sur les 2 pôles

TYPE LUMIÈRE
Série renforcée
TRIPOLAIRE
6 coupure sur les 3 pôles

CHANDOS

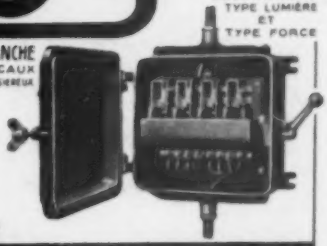
TYPE FORCE
Série normale
TÉTRAPOLAIRE
6 coupure sur les 4 pôles

SÉRIE ÉTANCHE
TYPE LUMIÈRE
ET
TYPE FORCE



TYPE FORCE
POUR PROTECTION
DE MOTEURS

SÉRIE ÉTANCHE
POUR LOCAUX
HUMIDES & POUSSIÉREUX



SÉCURITÉ
SIMPLICITÉ & ROBUSTESSE
POUVOIR DE COUPURE ÉLEVÉ

DEMANDEZ NOTRE CATALOGUE GÉNÉRAL 1950

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE CHANDOS 47, R. d'Arthelon, MEUDON (S.&O.) TÉL. OBS. 16-40

"A l'ombre de la Soudeuse par points R. 21 toute entreprise prospère.

Robuste, facile à manœuvrer, consommant peu, en service à des milliers d'exemplaires, la R. 21 est la machine outil indispensable à tout atelier"

Cliché J.P. Sudre

LA SOUDURE ELECTRIQUE
LANGUEPIN
20 à 28, RUE TOULOUSE-LAUTREC, PARIS-17e - MARC. 02-10 et suite

Le Gérant : F. DUNOD 92, rue Bonaparte, Paris 6e. — Imp. Générale du Centre, 129, r. Bergson, St-Etienne
IMPRIMÉ EN FRANCE
16, rue Pigalle, Paris - (9e)
4e Trimestre 1950 — N° 860